



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

KUNNOSSAPIDON KEHITTÄMINEN PIENISSÄ JA KESKISUURISSA YRITYKSISSÄ

Diplomityö

Tarkastaja: yliopistonlehtori Rainer Breite

Tarkastaja ja aihe hyväksytty Talouden ja rakentamisen tiedekuntaneuvoston kokouksessa 3. tammikuuta 2018

TIIVISTELMÄ

VILLE JULIN: Kunnossapidon kehittäminen pienissä ja keskisuurissa yrityksissä
Tampereen teknillinen yliopisto
Diplomityö, 64 sivua
Tammikuu 2018
Tuotantotalouden diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma
Pääaine: Liiketoiminnan johtaminen
Tarkastaja: yliopistonlehtori Rainer Breite

Avainsanat: kunnossapito, kunnossapidon kehittäminen, kunnossapidon mittaaminen, kunnossapidon johtaminen

Nykyaikaisen käsityksen mukaan kunnossapito on integroitu osa yrityksen toimintaa ja hyvin johdettuna lisäarvoa tuottava toiminto. Kunnossapidolla voidaan vaikuttaa yrityksen tuotannon tehokkuuteen, tuottavuuteen ja laatuun. Kunnossapidolla voi olla suuri merkitys yrityksen kilpailukyvyille.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tunnistaa Westpak Oy Ab:n kunnossapidon kehityskohteita ja selvittää mitä toimenpiteitä kehityskohteet vaativat. Tutkimuksen tavoitteena oli myös luoda kunnossapidon mittaristo, jolla sen toimintaa ja kehitystä voidaan tulevaisuudessa mitata.

Tutkimuksen teoreettisessa osiossa perehdyttiin kunnossapidon sekä sen mittaamisen teorioihin ja käsitteisiin. Teoriaan tutustumalla luotiin käsitys siitä, miten tuotantolaitoksen kunnossapitoa tulisi johtaa, sekä miten sen toimintaa tulisi mitata. Seuraavassa vaiheessa selvitettiin yrityksen kunnossapidon nykytilaa ja sen ongelmia, jonka perusteella kehityskohteet pystyttiin löytämään. Nykytilan tutkimus tehtiin teemahaastatteluiden avulla. Haastatteluaineistoa tulkittiin aineisto- ja teorialähtöisesti. Aineistolähtöinen tulkinta perustui haastateltavien kokemuksiin ja teorialähtöisessä tulkinnassa selvitettiin löytyikö aineistosta teorian olettamia käsitteitä ja tekijöitä. Toisin sanoen nykytilaa verrattiin esitettyyn teoriaan.

Tutkimus osoitti, että Westpak Oy Ab:n kunnossapidossa oli monta hyvää ominaisuutta, mutta siitä puuttuivat järjestelmällisyys, selkeät toimintatavat ja tiedolla johtaminen. Tärkeimpinä toimenpiteinä ehdotettiin kunnossapidon tietojärjestelmän hankintaa, sekä tuotannon kokonaistehokkuuden mittaamista. Tutkimuksen perusteella pystyttiin luomaan myös kokonaisvaltainen kunnossapidon mittaristo.

ABSTRACT

TOIMI KUNTA: Development of maintenance management in SME

Tampere University of Technology

Master of Science Thesis, 64 pages

January 2018

Master's Degree Programme in Industrial management

Major: Business management

Examiner: University lecturer Rainer Breite

Keywords: maintenance management, maintenance development, performance measurement

Today maintenance is an integral part of a company's operation and well managed it can be a source of additional value. Maintenance can affect on production plant's efficiency, productivity and quality. Maintenance can have a major impact on a company's competitiveness.

The purpose of the thesis was to identify development targets of maintenance in Westpak Oy Ab and to define how to improve the targets. Another aim was to create a performance measurement system for maintenance that enables the operation evaluation in the future.

The theoretical part of the thesis examined concepts and frameworks of maintenance management and maintenance performance measurement. Theoretical part offered a proper understanding how maintenance management and performance measurement should be executed in a production plant. The empirical research examined the current state of maintenance in the company. The research was conducted by a theme interviews which were interpreted in two ways. Data based interpretation was premised on interviewees' experiences and theory based interpretation was premised on comparison of theory and reality.

The thesis showed that there are several positive features in Westpak Oy Ab maintenance. The main development targets were related to systematic and clear operating methods and knowledge management. The most important actions that were proposed were purchasing of computerized maintenance management system (CMMS) and measuring the overall equipment effectiveness (OEE). Also a comprehensive maintenance measurement system was established.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö tehtiin Westpak Oy Ab:lle vuosina 2016 – 2017. Tutkimus sai alkunsa, kun yrityksessä etsittiin apua yksittäiseen kunnossapitoon liittyvään ongelmaan. Pian huomattiin, että kunnossapidon toimintaa tulisi tarkastella laajamittaisemmin. Tutkimuksen aikana sain tutustua ennalta vieraaseen aihealueeseen, joka työn edetessä osoittautui ennakko-odotuksia mielenkiintoisemmaksi. Työ antoi monipuolista ymmärrystä tuotannon käynnissäpidon kokonaisvaltaisesta johtamisesta ja mittaamisesta.

Kiitokset tutkimuksen tuomista opeista kuuluu Westpak Oy Ab:lle ja erityisesti Jonas Skuthällalle, joka antoi mahdollisuuden tutkimuksen toteuttamiseen. Haluan osoittaa kiittolisuuteeni Westpak Oy Ab:lle myös siitä, että sain liittyä kokopäiväisesti heidän mahtavaan tiimiinsä pian tutkimuksen aloittamisen jälkeen. Kiitos myös kaikille tutkimukseen osallistuneille henkilöille, sekä työn tarkastajana toimineelle Rainer Breitelle.

Erityishuomion ansaitsee vaimoni Elli-Maija. Hän on ollut ymmärtäväinen tämän tutkimuksen ja koko opiskeluiden vaatiman huomion suhteen. Kiitos, että olet kestänyt minua kiireisenä ja ärtyneenä. Lopuksi haluan vielä kiittää pientä tytärtäni, joka ei pahoittanut mieltään vaikka käytin suuren osan isyyslomastani tämän työn kirjoittamiseen.

Eurassa, 05.01.2018

Ville Julin

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	1
1.1	Tutkimuksen kohdeyritys.....	1
1.2	Tutkimuksen taustaa.....	1
1.3	Tutkimusongelma ja tavoitteet.....	2
1.4	Käytetyt tutkimusmenetelmät ja -otteet	3
2.	KUNNOSSAPITO JA SEN JOHTAMINEN	6
2.1	Kunnossapidon taustaa.....	6
2.2	Kunnossapitolajit.....	7
2.3	Vika ja vikaantuminen	11
2.4	Kunnossapito ja yrityksen talous.....	13
2.5	Kunnossapidon johtaminen	15
2.5.1	Kunnossapidon prosessi.....	16
2.5.2	Kunnossapidon johtamisen viitekehys.....	18
2.5.3	Luotettavuuskeskeinen kunnossapito.....	20
2.5.4	Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito.....	21
2.5.5	Tuotanto-omaisuuden hallinta.....	24
2.6	Kunnossapidon yksilöllinen kehittäminen	28
2.7	Kunnossapidon mittaaminen	31
2.7.1	Mittaamisen taustaa ja perusteita	31
2.7.2	Tuotannon kokonaistehokkuus	34
2.7.3	Kunnossapidon mittaristo	36
2.8	Teoriaosuuden yhteenveto.....	39
3.	AINEISTO JA MENETELMÄT	42
3.1	Westpak Oy Ab:n prosessi ja kunnossapito-organisaatio	42
3.2	Kunnossapidon nykytilan tutkimus.....	43
3.2.1	Kunnossapidon johtamisen prosessin ja viitekehysten nykytila ...	44
3.2.2	SAMI-pyramidi.....	46
4.	TULOKSET JA TULOSTEN TULKINTA.....	47
4.1	Ongelmien analysointi ja pohdintaa.....	47
4.2	Pohdintaa mittareista	52
5.	YHTEENVETO JA TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	55
5.1	Kunnossapidon nykytilan yhteenveto	55
5.2	Toimenpide-ehdotukset.....	55
5.3	Mittaristoehdotus.....	58
	LÄHTEET.....	60

LYHENTEET JA MERKINNÄT

AIMMS	Advanced integrated maintenance management systems
BSC	Balanced scorecard eli tasapainotettu tulokortti
CBM	Condition based maintenance eli kuntoon perustuva kunnossapito
CMMS	Computerized maintenance management system eli kunnossapidon tietojärjestelmä
ERP	Enterprise resource planning eli yrityksen toiminnanohjausjärjestelmä
FTM	Fixed time maintenance eli määräaikaishuolto
IT	Informaatioteknologia
IoT	Internet of things eli asioiden internet
JIPM	Japan institute of plant maintenance eli japanilainen kunnossapidon instituutti
JIT	Just in time johtamisfilosofia
KNL	Laitteiston kokonaistehokkuus, joka lasketaan tekijöistä käytettävyyttä, toiminta-aste (nopeus) ja laatu. Englanniksi OEE.
LCC	Life cycle cost eli elinkaarikustannukset
LCP	Life cycle profit eli elinkaari tuotot
MTTF	Mean time to failure eli keskimääräinen vikaväli
MTTR	Mean time to repair eli keskimääräinen korjausaika
OEE	Overall equipment effectiveness eli laitteisto kokonaistehokkuus. Suomeksi KNL.
OTF	Operate to failure eli käytetään rikkoutumiseen asti
Pk-yritys	Nimitys pienille ja keskisuurille yrityksille
PM	Preventive maintenance eli ennaltaehkäisevä kunnossapito
RCM	Reliability centered maintenance eli luotettavuuskeskeinen kunnossapito
TPM	Total production management eli kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito
SAMI	Strategic Asset Management Inc.
SRCM	Streamlined reliability centered maintenance eli virtaviivaistettu (kevennetty) versio luotettavuuskeskeisestä kunnossapidosta

1. JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen kohdeyritys

Westpak Oy Ab on vuonna 2008 perustettu suomalainen yritys, joka valmistaa joustopakkausmateriaaleja elintarviketeollisuudelle. Yritys tarjoaa painettuja ja painamattomia materiaaleja erilaisiin pakkaussovelluksiin. Sen tuotteisiin kuuluu mm. kaikille tuttuja karkkipusseja ja lihapakkausten kansikalvoja. Yrityksen toiminnan perustana on laadukkaiden tuotteiden tarjoaminen monipuolisilla teknisillä ominaisuuksilla. Yritys haluaa olla asiakkailleen luotettava kumppani, joka reagoi nopeasti asiakkaidensa erilaisiin tarpeisiin ja on joustava toiminnassaan. (Skuthälla 2017, Westpak 2017)

Westpak Oy Ab valittiin vuonna 2016 kauppalehden kasvuyritykseksi. Yrityksen toiminta on kasvanut alle kymmenen vuoden olemassa olonsa aikana rajusti. Yrityksen liikevaihto on kasvanut neljän viimeisen vuoden aikana vajaasta 15 miljoonasta lähes 24 miljoonaan (vuonna 2016). Henkilöstöä yrityksessä on tällä hetkellä noin 50. (Westpak 2017; Finder 2017)

1.2 Tutkimuksen taustaa

Kuten tiedämme, globalisoituminen ja sen tuoma kilpailun kiristymisen ei ole enää vain suurten yritysten haaste. Se on monella toimialalla todellisuutta myös pienille ja keski-suurille yrityksille (pk-yritys). Tämän vuoksi yritysten on etsittävä uusia keinoja erottautumiseen ja niiden on löydettävä uusia kilpailukyvyn lähteitä. Nykyaikaisen käsityksen mukaan kunnossapito on integroitu osa yrityksen toimintaa ja hyvin johdettuna lisäarvoa tuottava toiminto (Parida & Kumar 2006). Tutkimuksissa onkin osoitettu, että kunnossapidolla voidaan vaikuttaa yrityksen tuotannon tehokkuuteen, tuottavuuteen ja laatuun. Sillä voidaan vaikuttaa myös valmistusprosessin kustannuksiin ja kannattavuuteen (Maletic et al. 2014). Näin ollen yritys pystyy vaikuttamaan kilpailukyvyn perustekijöihin kuten hintaan, laatuun ja toimitusvarmuuteen kunnossapidon avulla.

Laine (2010, s.9) lähestyy samaa asiaa kertomalla, että valmistavan yrityksen kilpailukyky nykyisillä globaaleilla markkinoilla vaatii lyhyitä läpäisyajoja, toimitusvarmuutta ja kustannustehokkuutta. Just in time (JIT) ja Lean tuotantostrategiat ohjaavat yrityksiä minimoimaan kaikki varastonsa ja valmistamaan tuotteita tilausperusteisesti. Asiakkaiden pienet varastotasot vaativat täsmällisiä toimituksia ja häiriöt tuotantolaitteissa vaikuttavat herkästi toimitusaikojen pitävyyteen.

Tilanne on varmasti tuttu monelle nykyaikaiselle tuotantolaitokselle, kuten myös Westpak Oy Ab:lle. Yrityksen yhtenä kilpailuvalttina on nopea reagointi ja joustavuus. Tuotannon suunnitteluhorisontti on tämän vuoksi lyhyt ja tilanne aiheuttaa jatkuvaa painetta tuotannolle. Westpak Oy Ab:n tilannetta ei helpota kapasiteettinsa äärirajoilla toimiva tuotantolaitteisto. Näissä olosuhteissa kunnossapidolla on erityinen rooli jopa yrityksen strategian kannalta. Laitteiston on pysyttävä toimintakunnossa, jotta toimitukset vastavat asiakkaiden odotuksia niin laadullisesti kuin toimitusajankin suhteen. Pitkällä tuotantokatkolla voi olla vakavia seurauksia yrityksen maineeseen luotettavana kumppanina. Laine (2010, s.9) jatkaa, että toimitusten täsmällisyys on saavutettavissa tuotantolaitteiston korkealla käytettävyydellä.

Kunnossapitoon liittyen on kehitetty useita strategioita ja menetelmiä, joista tärkeimpinä usein mainitaan Total production management (TPM kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito), Reliability centered maintenance (RCM luotettavuuskeskeinen kunnossapito) ja tuotanto-omaisuuden hallinta eli asset management (Järviö 2012). Kunnossapito on kehittymässä korjaavasta kunnossapidosta yhä enemmän kohti kuntoon perustuvaa kunnossapitoa (Maletic et al. 2014). Kuntoon perustuva kunnossapito pyrkii havaitsemaan viikaantumisen jo ennen kuin kohde hajoaa.

Kunnossapidon johtamisesta voidaan löytää samoja piirteitä kuin johtamisesta yleensäkin liikkeenjohdon kontekstissa. Asetetaan tavoitteita ja luodaan strategia millä tavoitteet saavutetaan. Strategian toteutumista ja tavoitteiden saavuttamista mitataan mittareilla. Toimintaa analysoimalla opitaan menneistä ja näin toiminta kehittyy ajan kuluessa. Kunnossapidon yleisluonteisia aktiviteetteja on esitetty kunnossapidon johtamisen prosessimallissa. Crespo & Gupta (2006) prosessimalli esittää niiden toimintojen ketjun, josta kunnossapidon johtaminen tulisi koostua. Prosessimalliin liittyy läheisesti kunnossapidon johtamisen viitekehys. Viitekehys on kunnossapidon toimintojen taustalla oleva tukirakenne. Siihen voi sisältyä monenlaisia menetelmiä, mutta sen päätarkoitus on varmistaa ja mahdollistaa kunnossapidon tehokas toteuttaminen sekä jatkuva kehittäminen.

1.3 Tutkimusongelma ja tavoitteet

Kuten jo edellä esitettiin, Westpak Oy Ab on verrattain nuori yritys ja sen toiminta on ollut jatkuvasti kasvussa. Kova kasvu on sitonut yrityksen voimavaroja ja toiminnan pääpaino on ollut päivittäisestä kiireestä selviämisessä. Yrityksen toiminnan laajentuessa tukiprosessit, kuten kunnossapito, vaativat kehittämistä, jotta kasvaneesta kapasiteetista selvitään tehokkaasti. Viime aikoina, niin konekannan lisääntymisen kuin myös ikääntymisen myötä, yrityksessä onkin huomattu erilaisia ongelmia kunnossapitoon liittyen. Yksinkertaistaen kunnossapitotoiminnan kokonaisuuden hallinta on koettu vaikeaksi.

Tutkimuksen ongelmana on selvittää mitä kehitystoimenpiteitä Westpak Oy Ab:n kunnossapito vaatii. Näin ollen tutkimuksen päätutkimuskysymys on:

- Miten kohdeyrityksen kunnossapitoa tulisi kehittää?

Päätutkimuskysymykseen vastataan seuraavilla alatutkimuskysymyksillä:

- Mitä ongelmia kohdeyrityksen kunnossapidon nykytoiminnassa on?
- Millä toimenpiteillä kunnossapidon ongelmiin tulisi reagoida?
- Millä mittareilla kunnossapitoa tulisi seurata?

Tutkimuksen tavoitteena on siis löytää kunnossapidon kehityskohteita ja antaa toimenpide-ehdotuksia. Kunnossapidon nykytilasta on saatavilla hyvin vähän tietoa. Kunnossapitoa ei ole seurattu tai mitattu millään mittarilla. Tämän vuoksi pitääkin ensin tehdä tarkka selvitys kunnossapidon nykytilasta, jotta kehityskohteet pystytään identifioimaan. Tutkimuksen tavoitteena on myös kunnossapidon mittariston luonti, jotta sen toimintaa voisi tulevaisuudessa paremmin seurata, arvioida ja edelleen kehittää. Kuten Laine (2010, s.231) toteaa: mittaristo ja mittaustulokset ovat jatkuvan parantamisen perusta.

Tutkimus on rajattu koskemaan Westpak Oy Ab:n kunnossapitoa. Tutkimus keskittyy yrityksen sisäisten toimintojen kehittämiseen. Yrityksen kunnossapitoa verrataan kirjallisuudessa esitettyihin teorioihin. Tutkimuksen tulokset ovat vain kehitys- ja toimenpide-ehdotuksia, eikä työssä käsitellä mahdollista toimeenpanoa. Tutkimuksen toimenpide-ehdotuksissa tulee ottaa huomioon yrityksen koko ja sen rajalliset resurssit. Ehdotettujen toimenpiteiden aiheuttamat kustannukset eivät tulisi olla hyötyjä suuremmat.

1.4 Käytetyt tutkimusmenetelmät ja -otteet

Tutkimusongelma ratkaistaan tutkimusmenetelmien avulla, joita on olemassa useita erilaisia. Tutkimusmenetelmät pitävät sisällään aineistonkeruu- ja analyysimenetelmät. Menetelmien kokonaisuutta, joilla ongelma ratkaistaan, kutsutaan tutkimusotteeksi. Tutkimusmenetelmät jaotellaan yleisesti laadullisiin (kvalitatiivinen) ja määrällisiin (kvantitatiivinen). Laadullinen tutkimus käyttää hyväkseen esimerkiksi dokumentteja, teemahaastatteluja, haastatteluja ja havainnointia. Määrällisen tutkimuksen aineistona on puolestaan kyselylomakkeita ja tilastoja, joita pystyy analysoimaan tilastollisin keinoin. Case-, kehittämisen- ja toimintatutkimuksia kutsutaan usein tutkimusstrategioiksi, eikä erillisiksi tutkimusotteiksi. (Kananen 2015, s.63-67)

Olkkonen (1994, s.59) mukaan liiketaloustieteen ja teollisuustalouden piirissä tyypilliset tutkimusotteet liitetään hermeneutiikkaan tai positivismiin. Hermeneuttinen tutkimus keskittyy tutkijan tulkintoihin ja syvälliseen ymmärtämiseen, kun positivismi puolestaan tukeutuu vain todettuihin tosiasioihin ja hyväksyy vain tieteellisin menetelmin luotua tietoa (Olkkonen 1994, s.26-27). Liiketaloustieteen ja teollisuustalouden tutkimusotteet tai

tutkimusstrategiat ovat hyvin monimuotoisia. Se johtuu tutkimusalueiden ja ongelmien monimuotoisuudesta, joille soveltuvat eri taustatieteet ja tutkimusperinteet.

Kuvassa 1 on esitetty perinteiset liiketaloustieteen tutkimusotteet, joita ovat päätöksente-kometodologinen tutkimusote, käsiteanalyttinen tutkimusote, nomoteettinen tutkimus-ote ja toiminta-analyttinen tutkimusote. Kasanen et al. (1991) ovat lisänneet niiden jouk-koon vielä konstruktiiivisen tutkimusotteen. (Kasanen et al. 1991, Olkkonen 1994 mukaan). Positivismi on selvimmin nomoteettisen otteen perustana ja hermeneuttinen kä-sitys puolestaan toiminta-analyttisen otteen taustalla (Olkkonen 1994, s.80)

	Teoreettinen	Empiirinen
Deskriptiivinen	Käsiteanalyttinen tutkimusote	Nomoteettinen tutkimusote Toiminta-analyttinen tutkimusote
Normatiivinen	Päätöksenteko-metodologinen tutkimusote	Konstruktiiivinen tutkimusote

Kuva 1. Liiketaloustieteen tutkimusotteiden suhteelliset asemat (Mukailtu lähteestä Olkkonen 1994, s.78)

Kuvan 1 jaottelussa tutkimusotteet on asemoitu tiedon hankintatavan (teoreettinen ja em-piirinen) ja käyttötarkoituksen (normatiivinen ja deskriptiivinen) perusteella. Deskriptii-vinen tutkimus pyrkii kuvailemaan ilmiötä luomalla käsitteitä, luokittelemalla, esittä-mällä korrelaatioita tai prosesseja. Se pyrkii lisäämään ymmärrystä ilmiöstä. Normatiivi-nen tutkimus pyrkii löytämään tuloksia, joita voidaan käyttää ohjeina toimintaa kehitet-täessä tai suunniteltaessa. Teoreettisen päättelyn avulla luodaan uusia teorioita vanhojen tunnettujen pohjalta. Empiirinen tutkimus puolestaan perustuu havaintoihin ja kokemuk-seen tutkimuskohteesta. Siinä etsitään riippuvuuksia ja korrelaatioita. Tulokset voidaan usein esittää tilastollisin menetelmin. (Olkkonen 1994, s.44-50)

Tässä työssä käytetään käsiteanalyttistä ja toiminta-analyttistä tutkimusotetta. Käsite-analyttisen tutkimusotteen tarkoituksena on kehittää käsitejärjestelmiä, joita tarvitaan muun muassa ilmiöiden kuvaamisessa, tunnistamisessa, tyypittelyssä, tiedon järjestämi-sessä ja suunnittelujärjestelmien pohjana. Käsitejärjestelmä palvelee jotakin tarkoitusta tai tehtävää. Aineistona käytetään yleensä muita käsitejärjestelmiä, empiiristä tietoa koh-teena olevasta ilmiöstä ja ilmiöön liittyvää teoriaa. Metodi käsittää pääasiassa analyysiä, synteysiä ja vertailua. Otteen tuloksena saadun käsitteistön hyöty tai toimivuus testataan koettelulla eli tarkastelemalla kriittisesti käsitteistön käyttöä sovellutusalueella. Koette-lun avulla pyritään todistamaan, että tulos on askel kohti ”tositietoa” ja että se on hyödy-linen. (Olkkonen 1994, s.65-66)

Käsiteanalyttistä tutkimusotetta käytetään usein liiketaloustieteen alkuosassa teoriakehikkoa luotaessa (Olkkonen 1994, s.80). Niin tehdään myös tässä tutkimuksessa. Tämän tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa tutustutaan kunnossapidon sekä sen mittaamisen teorioihin ja käsitteisiin. Teoriaan tutustumalla pyritään luomaan käsitys siitä, miten tuotantolaitoksen kunnossapito tulisi toteuttaa ja miten sitä tulisi johtaa, sekä miten sen toimintaa tulisi mitata. Tämän vaiheen tuloksena on ymmärrys oikeaoppisesta kunnossapidosta sekä sen mittaamisesta.

Tutkimuksen toisessa vaiheessa selvitetään Westpak Oy Ab:n kunnossapidon nykytilaa ja siihen liittyviä ongelmia. Tässä vaiheessa käytetään toiminta-analyttistä tutkimusotetta. Toiminta-analyttinen tutkimusote pyrkii ymmärtämään kohteena olevaa ongelmaa. Ongelma liittyy usein yrityksen sisäiseen toimintaan, joten myös ihmiset vaikuttavat ongelman luonteeseen. Ne käsittelevät yleensä organisaation johtamista ja/tai toimintaa, ongelmanratkaisua tai kehitystyötä. Toiminta-analyttisen tutkimusotteen luonteeseen kuuluu, että kohdetta on hankala mitata ja tarkastella objektiivisesti. Tutkija ja kohde ovat läheisessä suhteessa koko tutkimuksen ajan, joten tutkijan kokemukset ja havainnot ovat suuressa roolissa. (Olkkonen 1994, s.72-75)

Kunnossapidon nykytilan tutkimus pyrkii ymmärtämään ilmiötä eli se on laadullinen. Määrällisen tutkimuksen keinoja ei pysty soveltamaan tutkimuskohteeseen. Tutkimus suoritetaan teemahaastattelujen avulla. Tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa saatua ymmärrystä oikeaoppisesta kunnossapidosta käytetään hyväksi teemahaastattelun rungon suunnittelussa. Haastattelusta saatujen tietojen avulla luodaan siis käsitys Westpak Oy Ab:n kunnossapidon nykytilasta ja sen ongelmista. Nykytilan ongelmia pyritään tunnistamaan kahdella eri tavalla, joita Kananen (2015, s.171-172) kutsuu aineisto- ja teorialähtöiseksi tulkinnaksi. Ensinnäkin haastatteluaineistosta pyritään tunnistamaan haastateltavien kertomat ongelmat, jotka perustuvat heidän kokemukseen ilmiöstä. Tätä voidaan kutsua aineistolähtöiseksi tulkinnaksi. Ja toiseksi nykytilan ongelmia tunnistetaan vertailevalla analyysillä eli teorialähtöisellä tulkinnalla. Teorialähtöisellä tulkinnalla selvitetään löytyykö aineistosta teorian olettamia käsitteitä ja tekijöitä. Toisin sanoen nykytilaa verrataan esitettyyn teoriaan, jolloin poikkeamat niiden välillä paljastavat mahdolliset kehitettävät ongelmakohdat.

Toiminta-analyttisen tutkimusotteen tuloksena saadaan esimerkiksi muutos- ja kehitysprosessien selityksiä ja toimintaohjeita. Tulokset ovat usein todennäköisiä hypoteeseja, joiden pitävyyttä tulisi selvittää jatkotutkimuksin. Tuloksien yleistettävyyks onkin tämän otteen erityinen ongelma. Myöskään tämän työn tulokset eivät ole yleistettävissä, vaan tutkimustulokset pätevät vain kohdeyrityksessä tutkimuksen toteutushetkellä esiintyviin ongelmiin. (Olkkonen 1994, s.74)

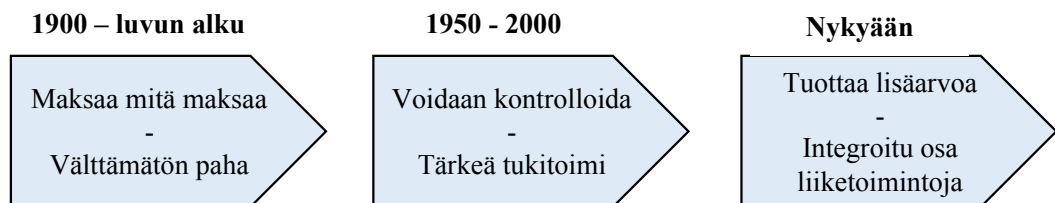
2. KUNNOSSAPITO JA SEN JOHTAMINEN

2.1 Kunnossapidon taustaa

Kunnossapito käsitteenä sisältää monenlaisia toimenpiteitä ja sitä käytetään monessa yhteydessä. Yleisesti kun puhutaan kunnossapidosta, sillä tarkoitetaan esimerkiksi rakennusten, teiden, kulkuneuvojen ja erilaisten laitteiden hoitamista ja toimintakunnon ylläpitämistä. Kirjallisuudessa kunnossapidolla on useita eri määritelmiä. Standardi PSK 6201 (2011) määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

”Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana.”

Kunnossapidon historia on pitkä ja voidaankin sanoa sen alkaneen silloin kun ihminen on aloittanut rakentamisen ja koneiden käytön. Perinteisesti yritysten kunnossapito on ollut laitteiden korjaamista, kun ne hajoavat. Viime vuosikymmeninä toimintaa on kehitetty ja kunnossapito on ymmärretty uudella tavalla. On ymmärretty, että kunnossapito on myös vikaantumisen hallintaa ja ennaltaehkäisyä. (Laine 2010, s.14)



Kuva 2. Kunnossapidon ajattelutavan muutokset. (Mukailtu lähteestä Parida & Kumar, 2006)

Yritysten ajattelutavan muutos kunnossapidon suhteen voidaan kiteyttää kolmeen eri vaiheeseen, jotka on esitetty kuvassa 2. 1900-luvun alkupuolella kunnossapidon ajateltiin olevan välttämätön paha, joka on vain pakko suorittaa, maksoi mitä maksoi. Muita vaihtoehtoja ei ollut, koska teknologian puutteen vuoksi vikoja ei pystytty ehkäisemään. Osittain teknologian kehittymisen myötä ajatukset muuttuivat toisen maailmansodan jälkeisenä aikana. Vuosien 1950 - 1980 aikana aloitettiin käyttämään muun muassa ehkäisevää kunnossapitoa ja kunnonvalvontaa. Asenteet muuttuivat ja ymmärrettiin, että kunnossapitoa voidaan suunnitella ja kontrolloida. Tämä käsitys oli yleinen aina vuosituhaten vaihteeseen asti. Nykyään kunnossapito nähdään yhä useammin integroituna osana yrityksen toimintaa, joka hyvin johdettuna on lisäarvoa tuottava toiminto. Kunnossapidolla

on merkittävä rooli yrityksen pitkän ajan kannattavuuteen, erityisesti pääomavaltaisilla aloilla. (Parida & Kumar 2006)

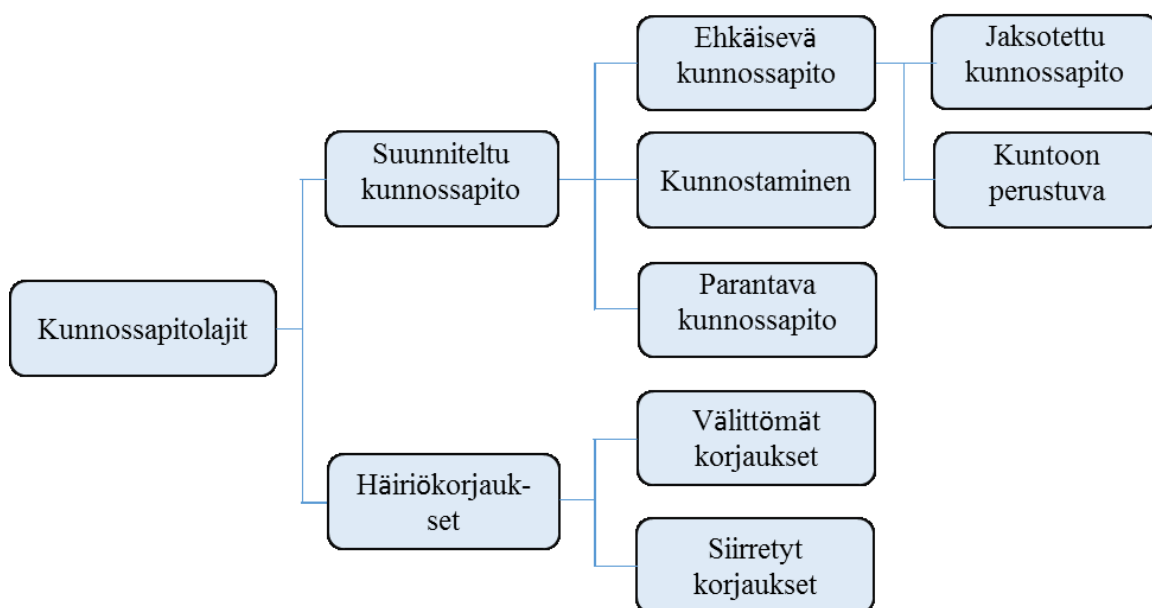
Suomessa kunnossapitoa toimialana on viimeksi selvitetty kattavasti 2000- luvun vaihteessa, kertoo kunnossapitoyhdistys Promaint (2016). Silloin arvioitiin, että teollisuuden kunnossapitoon käytetään noin 3,5 miljardia euroa vuosittain. Samaisen tutkimuksen mukaan Suomessa työskenteli silloin kunnossapidon alalla noin 200 000 tuhatta ihmistä, joista noin 50 000 teollisuuden alalla. Kunnossapitoala on siis merkittävä työllistäjä. Nykyisten arvioiden mukaan kunnossapidon markkinat ovat viime vuosina hieman pienentyneet tuosta määrästä teollisuustuotannon kokonaiskapasiteetin vähenemisen myötä. Promaint -yhdistys arvioi, että tällä hetkellä kunnossapidon kokonaismarkkinat jakaantuvat kolmeen sunnilleen yhtä suureen osa-alueeseen. Ostetut palvelut ja oman työn osuus ovat kaksi ensimmäistä osaa. Viimeisen kolmanneksen kunnossapidon markkinoista kattaa osa-alue johon kuuluvat tarvikkeet, varaosat ja varalaitteet. (Promaint 2016)

Tulevaisuuden trendiksi yhdistys mainitsee verkostomaisten toimintamallien lisääntymisen. Kunnossapidon suurin ulkoistamisen aalto nähtiin jo 1990-luvulla, mutta sama suuntaus vahvistuu edelleen. Kaikilla yrityksillä ei ole resursseja tai mielenkiintoa kehittää kunnossapitoaan itse. Tämän vuoksi kunnossapito muuttuu yhä enemmän verkostoituneeksi palveluliiketoiminnaksi. Varsinkin älykkäiden laitteiden lisääntyminen voi vaatia sellaista erikoisosaamista, johon yrityksiensä omat resurssit eivät riitä. Toinen nouseva trendi on käyttäjäkunnossapidon lisääntyminen. Ainakin yksinkertaisemmat kunnossapitotehtävät siirtyvät yhä enemmän koneen käyttäjän vastuulle. (Promaint 2016)

2.2 Kunnossapitolajit

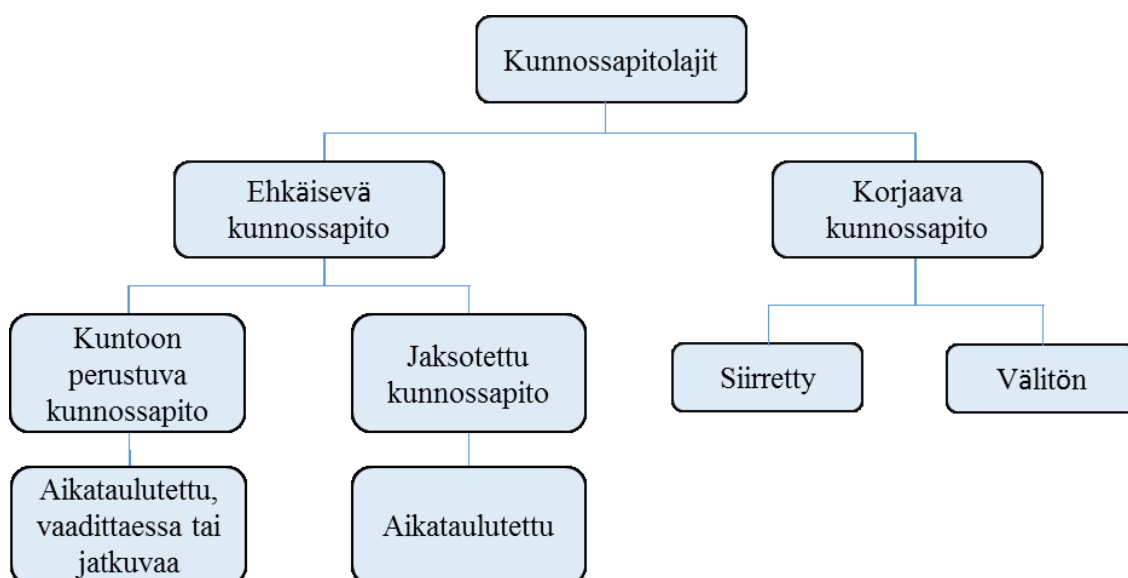
Perusedellytys tehokkaaseen kunnossapitoon on toimenpiteiden jaottelu eri lajeiksi. Näin tekemällä voidaan seurata kunnossapidon tehokkuutta ja jakaa esimerkiksi kustannuksia tai työmääriä eri työlajien kesken. Näin saadaan hyödyllistä dataa toiminnan analysointia varten. (Järviö 2012, s.46)

Kunnossapitolajit voidaan jaotella useammalla eri tavalla. PSK 6201 (2011) jakaa kunnossapidon toimenpiteet sen mukaan, ovatko ne suunniteltuja vai ovatko ne yllättäviä häiriökorjauksia. Jaottelu on esitetty kokonaisuudessaan kuvassa 3. Häiriökorjaukset voivat olla välittömiä, jolloin tuotanto keskeytyy heti vian havaitsemisen jälkeen ja korjaavat toimenpiteet suoritetaan ennen kuin toimintaa voidaan jatkaa. Siirrettyjä häiriökorjauksia ei tarvitse suorittaa heti, vaan ne voidaan nimensä mukaisesti siirtää suoritettavaksi sopivampaan ajankohtaan. Suunnitellut korjaukset jaetaan puolestaan ehkäisevään kunnossapitoon, kunnostamiseen ja parantavaan kunnossapitoon. Näistä lajeista kerrotaan vielä lisää myöhempanä.



Kuva 3. Kunnossapitolajit (Mukailtu lähteestä PSK 6201 2011)

SFS-EN 13306 (2010) on lähestynyt asiaa hieman eri tavalla ja se jakaa kunnossapitotoimenpiteet ehkäisevään ja korjaavaan kunnossapitoon. Jakoperusteena on siis käytetty vian havaitsemista. Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluu kaikki toimenpiteet, jotka tehdään ennen kuin vika estää komponentin toiminnan. Jako on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Kunnossapitolajit (Mukailtu lähteestä SFS-EN 13306 2010)

Kothamasu et al. (2006) jakaa kunnossapidon lajit suunniteltuihin (proaktiivisiin) ja suunnittelemattomiin (reaktiivisiin). Ja suunnittelemattomat he jakavat korjaaviin ja hätätoimenpiteisiin, eli hyvin samalla tavalla kuin standardi PSK 6201 (2011). Suunnitellut toimet Kothamasu et al. (2006) jakaa ehkäiseviin ja ennustaviin. Ehkäisevä kunnossapito voi perustua aikaväleihin tai ikään tai se voi olla puutteellista. Ja edelleen ennustavan

kunnossapidon Kothamasu et al. (2006) jakaa kuntoon perustuvaan ja luotettavuuskeskeiseen kunnossapitoon.

Järviö (2012, s.49-52) laajentaa kunnossapidon käsitettä tuotanto-omaisuuden hoitamiseksi. Hänen mukaansa se sisältää muitakin toimenpiteitä kuin kunnossapito. Tuotanto-omaisuuden hoito voidaan jakaa viiteen eri päälajiin, joita ovat huolto, ehkäisevä kunnossapito, korjaava kunnossapito, parantava kunnossapito sekä vikojen ja vikaantumisen selvittäminen. Syvennyttään näihin viiteen lajiin seuraavaksi paremmin.

Huolto on ”jaksotetun kunnossapidon toimenpide, joka sisältää kohteen tarkastamisen, säädön, puhdistamisen, rasvauksen, öljynvaihdon, suodattimien vaihdon ja vastaavat toimenpiteet.” (PSK 6201 2011). Huollon tarkoituksena on ylläpitää laitteen toimintakuntoa ja sen avulla estetään vian syntyminen. Huolto voi olla jaksotettua, jolloin toimenpiteet tehdään määrätyin väliajoin (Järviö 2012, s.49). Määritelmä on hyvin samankaltainen ehkäisevän kunnossapidon kanssa ja toiminnot menevät paljon päällekkäin.

Ehkäisevä kunnossapito pitää sisällään jaksotetun kunnostamisen ja kuntoon perustuvan kunnossapidon. Sen tarkoituksena on pienentää laitteiston vikaantumisen tai toiminnan heikkenemisen todennäköisyyttä. PSK 6201 (2011) määrittelee ehkäisevän kunnonvalvonnan seuraavalla tavalla: *”Ehkäisevällä kunnossapidolla pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia, palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurion syntyminen”*. Jaksotetun kunnossapidon toiminnot tehdään ennalta määrätyin väliajoin ilman kohteen nykykunnan tarkastamista. Kuntoon perustuva huolto tarkoittaa ennakkoivaa huoltoa esimerkiksi toiminnan suorituskykyä ja parametreja seuraamalla. Kunnonvalvonta voi tapahtua käynnin aikana tai koneen ollessa pysähdyksissä. Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluu testaaminen, käynninvalvonta ja vikaantumistietojen analysointi. Jaottelusta riippuen myös ennustava kunnossapito voidaan lukea ehkäisevän kunnossapidon osa-alueeksi. Ennustava kunnossapito liitetään yleensä kuntoon perustuvaan kunnossapitoon (Condition based maintenance CBM). Ennustavassa kunnossapidossa pyritään erilaisilla mittauksilla selvittämään kohteena olevan laitteen kuntoa ja tunnistamaan vikaantumisen ennen kuin se aiheuttaa suurempaa vahinkoa tuotantoprosessille. Laitteen toiminta lopetetaan vain kun mittaukset osoittavat siinä olevan vikaa. Moubayn (1997) mukaan värähtelymittaus ja voiteluaineen analysointi ovat tutkitusti tehokkaimpia menetelmiä, mutta myös ultraääni, ferrografia, elektorinen testaus ja muut ”ei hajoittavat” menetelmät voivat olla hyödyllisiä. (Ben-Day et al. 2009, s.420; Järviö 2012, s.50; Crespo Marques 2007, s.29 ja 70-71)

Ennustavan kunnossapidon menetelmiä kuten laakereiden värähtelymittauksia on pidetty kalliina ja vain isojen yritysten saatavavilla. Nykyään on kuitenkin kehitetty toimintamalleja, joiden avulla kustannuksia on saatu alas ja sen vuoksi myös pk-yritykset pystyvät hyödyntämään ennakoivan kunnossapidon tekniikoita. (Mäkinen 2013)

Korjaavaan kunnossapitoon kuuluu ”häiriökorjaus, kunnostaminen ja kuntoon perustuva suunniteltu korjaus” (PSK 6201 2011). Osa tai komponentti palautetaan toimintakuntoon vian havaitsemisen jälkeen. Toimintakunnolla tarkoitetaan tilaa, jossa se pystyy suorittamaan sille tarkoitettua tehtävää (Crespo Marques 2007, s.71; Ben-Daya et al. 2009, s.341). Korjaavaan kunnossapitoon kuuluu vian määrittäminen, tunnistaminen, paikallistaminen, korjaus ja toimintakunnon palauttaminen (Järviö 2012, s.51).

”Parantavan kunnossapidon tarkoituksena on parantaa kohteen luotettavuutta ja/tai kunnossapidettävyyttä muuttamalla kohteen toimintaa” (PSK 6201 2011). Parantavalla kunnossapidolla tarkoitetaan toimia, joilla laitteen käytettävyyttä, suorituskykyä, luotettavuutta ja turvallisuutta voidaan parantaa. Esimerkkinä sanottakoon suunnitteluvirheiden poisto. Parantavan kunnossapidon tehtävistä on eroteltavissa kolme erilaista tapausta. Ensinnäkin on komponenttien vaihto uudempiin/parempiin, jolloin kohteen toimintakyky tai luotettavuus paranee. Toiseen tapaukseen kuuluu kohteen uudelleensuunnittelut ja korjaukset, jolla niin ikään pyritään vaikuttamaan luotettavuuteen. Kolmannessa tapauksessa halutaan vaikuttaa koneen suorituskykyyn. Silloin puhutaan kohteen modernisoinnista. Tämä voi tarkoittaa esimerkiksi koneen kapasiteetin nostoa tai kykyä valmistaa erilaista lopputuotetta. Tämän tyyppistä toimintaa ei yleensä luokitella kunnossapitotehtäväksi vaan investoinniksi. (Järviö 2012, s.51; ABB:n TTT-käsikirja 2000, s.3)

Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen ei kuulu yhdenkään standardin piiriin, mutta Järviö (2012, s.52) on halunnut kiinnittää huomiota myös tähän. Hänen mukaansa vikaantumistietojen ja vikahistorian analysointi on harvinaista yrityksissä, mutta asiantuntijoiden mukaan se pitäisi olla tärkeä osa kunnossapitoa. Nykyaikaiset koneet keräävät paljon erilaista dataa, jota analysoimalla voidaan löytää vikojen juurisyyt ja pienentää vikaantumista jopa yli 90 %. Yleisimpiä menetelmiä ovat vika-analyysit, simulointi, mallintaminen, juurisyyn selvittäminen, materiaalien ja suunnittelun analyysit sekä vikaantumispotentiaalin kartoitukset.

Ehkäisevä kunnossapito on tärkeä osa tehokkaan kunnossapidon toimintaa ja sen avulla voidaan prosessin toimintakunto pitää yllä lähes 100 % varmuudella. Täysin varman toimintakunnon ylläpitäminen on tietysti kallista, eikä se sen vuoksi ole tarkoituksenmukaista. Prosessin luotettavuustaso voidaan optimoida taloudellisin perustein, mutta myös turvallisuus- ja ympäristöriskit tulee ottaa huomioon. Ehkäisevää kunnossapitoa kannattaa tehdä niiltä osin kun kustannukset ovat pienemmät kuin tekemättä jättämisestä aiheutuvat vahingot. Vaatimuksena on myös, että kohteelle on olemassa tehokas ennakkohuoltomenetelmä. (Järviö, 2012, s. 97). Ehkäisevän kunnossapidon optimaalinen määrä kustannusten minimoimiseksi on todellisuudessa vaikea määrittää. Ehkäisevä kunnossapito aiheuttaa itsessään suoria kustannuksia, sekä epäsuoria kuten menetetty tuotanto toimenpiteiden ajalta. Tekemättä jättäminen voi puolestaan aiheuttaa häiriöiden korjauskustannuksia, sekä heikentyneestä laadusta aiheutuvia kustannuksia (Nourelfath et al. 2016). Toisaalta on myös esitetty, että 40 – 70 % ehkäisevän kunnossapidon toimista on turhia, koska niitä suoritetaan liikaa (Moubray 1997, Järviö 2012 mukaan)

Kuten edellä jo mainittiin, ehkäisevän kunnossapidon yhtenä osa-alueena ovat ennustavan kunnossapidon tekniikat, joihin kuuluu erilaisten antureiden liittäminen osaksi prosessia. Reaaliaikaisella seurannalla pyritään havaitsemaan poikkeamat koneiden ja laitteiden toiminnassa ennalta. Ennakoivien menetelmien kehityskaaressa on nähtävissä uusi askel. Tämän päivän kuumat puheenaiheet kuten teollinen internet, asioiden internet ja digitalisaatio luovat paljon odotuksia myös kunnossapidon tulevaisuudelle. Niiden ansiosta onkin noussut esiin uutena terminä *älykäs kunnossapito*. (Mäki 2016)

Perinteisiin kunnossapitolajeihin verrattaessa älykäs kunnossapito on selvästi ennakoivaa eli ehkäisevää kunnossapitoa. Älykäs kunnossapito konseptina on ensimmäisen kerran esiintynyt 2000-luvun alussa, mutta tieteellisesti yhtenäistä määrittelyä sille ei ole hyväksytty. Kunnossapidon kirjallisuudessa käytetään myös termiä ”e-maintenance”. Määrittelyn vaikeudesta kertoo se, että älykäs kunnossapito on esitetty niin konseptina, filosofiana kuin teknologianakin. Yksi yleistävä määrittely esittää älykkään kunnossapidon olevan johtamisen konsepti, jossa pääomaa valvotaan ja johdetaan internetin välityksellä. (Paukkonen & Vartiainen 2015)

Muller et al. (2008) ovat määritelleet älykkään kunnossapidon seuraavalla tavalla: *”kunnossapidon tuki, joka sisältää sellaiset resurssit, palvelut ja hallintatyökalut jotka mahdollistavat proaktiivisen eli ennakoivan päätöksentekoprosessin. Tämä tuki sisältää älykkäitä teknologioita (kuten tieto- ja viestintäteknologia, verkkopohjaisuus ja langattomuus), mutta myös älykkäitä kunnossapidon prosesseja ja toimintoja kuten älykäs kunnonvalvonta, diagnostiikka ja ennustaminen.”*

2.3 Vika ja vikaantuminen

Vika ja vikaantuminen kuuluvat kunnossapidon peruskäsitteisiin. Voisi sanoa, että niiden takia kunnossapitoa tarvitaan. Vikaantuminen on tapahtuma, jonka seurauksena kohteeseen aiheutuu vika. Vika estää kohteen toiminnan halutulla tavalla. Standardi SFS-EN 13306 (2010) määrittelee vian seuraavasti: *”Tila, jossa kohde ei kykene suorittamaan vaadittua toimintoa täydellisesti pois lukien ehkäisevän kunnossapidon, jonkin muun suunnitellun toimenpiteen tai ulkoisen resurssien puutteesta johtuvan toimintakyvyttömyyden takia.”* Moubrayn (1997) mukaan vika on tila, jossa laite on kykenemätön tekemään sitä, mitä sen käyttäjä haluaa laitteen tekevän. Hän jatkaa, että vika voi olla osittainen tai täydellinen.

Vika voi olla häiriö tai vaurio. Kun kohteessa on häiriö, se ei ole varsinaisesti rikki mutta se vaatii välitöntä korjausta. Silloin kohteen palauttaminen toimintakuntoon vaatii esimerkiksi puhdistamista tai säätämistä. Häiriöitä seuraamalla pystytään määrittämään komponentin vikaantumisväli. Vauriossa kohde on rikki ja silloin se vaatii korjaavaa kunnossapitoa. Vaurioutilastojen pohjalta voidaan määrittää komponentille vikaantumisväli sekä sen elinikä. (Järviö 2012, s.67)

Vika kehittyy usein pitkän toimintoketjun seurauksena. Vaurioita voidaankin vähentää huomattavasti, jos sen aiheuttama tapahtumaketju huomataan ja siihen puututaan aikaisessa vaiheessa. Laitteet on yleensä suunniteltu toimimaan, eikä vioittumaan. Ajan kuluessa tapahtuu kuitenkin erilaista kulumista ja väsymistä, jonka vuoksi kaikilla laitteilla on tietty elinikä. Perinteisen käsityksen mukaan vikaantumisen todennäköisyys on suuri elinkaaren alussa sekä lopussa. Elinkaaren alussa paljastuu laitteen suunnittelu-, valmistus- yms. virheet. Nämä virheet voidaan korjata, jolloin laitteen toimintakyky pysyy hyvänä elinkaaren loppupäähän asti. Lopussa vikaantuminen alkaa lisääntymään kulumisen seurauksena. (Järviö 2012, s.72-76).

Vikaantuminen on tapahtuma, joka voi johtua yhdestä tai useammasta syystä. Vikaantumiseen johtavia syitä ovat suunnitteluvirhe, tuotantovirhe, asennusvirhe, käsittelyvirhe tai kunnossapitoon liittyvä virhe (Crespo 2007, s.43). Heionkoski (2013, s.21) jakaa komponentin vanhenemiseen liittyvät vikaantumissyyn toiminnalliseen rasitukseen ja ympäristön rasitusta aiheuttaviin. Ympäristön rasitusta aiheuttaa lämpötila, kosteus, isku, värähtely, paine ja kemikaalit. Moubayn (1997, s.59-60) mukaan laitteiden toimintakyvyn heikkenemiselle on viisi pääsyitä:

- Huonontuminen, joka kattaa kaikenlaisen kulumisen (wear and tear). Kulumista aiheuttaa mm. eroosio, korroosio, hankaus, väsyminen, rappeutuminen.
- Voitelusta johtuva vika, jonka syynä on voitelun puute tai voitelun huonontuminen. Huono voitelu voi johtua esimerkiksi vääräntäisestä voiteluaineesta tai voiteluaineen kontaminaatiosta.
- Likaantuminen, joka on yksi yleisimmistä häiriön aiheuttajista. Lika voi aiheuttaa tukoksen, takertumisen tai jumin.
- Huono asennus, jonka vuoksi komponentit löystyvät tai irtoavat laitteesta. Asennusvirheen jäljiltä koko laite voi olla epälinjassa.
- Ihmisen tekemä virhe, jolla Moubayn viittaa käyttäjän virheelliseen tai puutteelliseen toimintaan.

Järviö (2012, s. 81) kertoo, että japanilaisten tutkijoiden mukaan vikaantumisen syyt ei ole pelkästään tekniikkaan perustuvia. He ovat määritelleet vikaantumiselle viisi pääsyitä:

- Laitteita ei käytetä oikealla tavalla tai suhtautuminen on väärä. Yleisesti käyttäjällä on väärä suhtautuminen, joka ilmenee välinpitämättömyytenä koneen oireiluun. Siihen ei puututa, koska sen ei koeta kuuluvan käyttäjän toimenkuvaan.
- Kunnossapitäjien ja laitteen käyttäjien ammattitaito ei ole riittävän laaja.
- Laitteen vanheneminen tapahtuu hiljalleen, eikä toimintakunnon heikkenemiseen kiinnitetä huomiota tai se hyväksytään.
- Laitteen todellista käyttöä ja olosuhteita ei ole riittävästi huomioitu suunnittelussa.
- Laitetta käytetään epäedullisissa olosuhteissa.

Käyttöolosuhteiden vaikutuksesta laitteen toimintaan on toinenkin hyvä näkemys. Wireman on esittänyt, että siisteydellä voidaan vähentää vikaantumista jopa 40 %, pidentää käyttöikää 30-40 % ja vielä vähentää energian kulutusta 6-11 % (Järviö 2012, s.94 mukaan).

2.4 Kunnossapito ja yrityksen talous

Yrityksen johtamisen kieli on raha. Sen vuoksi myös kunnossapidon kustannukset sekä sen tuomat hyödyt yritykselle pitäisi pystyä esittämään rahallisessa muodossa. Kunnossapidon vaikutus yrityksen taloudelliseen tulokseen ja kannattavuuteen ei ole kuitenkaan yksiselitteinen. Kirjanpidon näkökulmasta kunnossapidosta pystytään osoittamaan yleensä vain kustannukset, jonka vuoksi se nähdäänkin välttämättömänä pahana (Sherwin 2009). Tutkimuksissa on kuitenkin osoitettu, että tehokkaalla kunnossapidolla voidaan vaikuttaa tuotantoprosessin tuottavuuteen sekä kannattavuuteen, ja näin ollen yrityksen tulokseen (Maletic et al. 2014). Kunnossapidon osuus tuotantotoimintaa harjoittavan yrityksen liikevaihdosta on arvioitu olevan 2-20 % toimialasta riippuen. Sillä on siis merkittävä vaikutus yrityksen talouteen (Promaint 2016).

Kunnossapidon merkitystä yrityksen kokonaistalouteen tarkasteltaessa tulee ottaa huomioon suorien kustannusten lisäksi epäsuorat kunnossapitokustannukset, sekä menetetyt tuotot. Kunnossapidon suorina eli välittömiä kustannuksia ovat mm. palkat, käytetyt varaosat ja muu materiaali, varastointikustannukset, hankintakustannukset ja alihankinta. Kunnossapidon epäsuorilla kustannuksilla tarkoitetaan kustannuksia joihin kunnossapito vaikuttaa, mutta ne ilmenevät muualla, kuten tuotannon hylkytuotteena. Epäsuorat kustannukset rasittavat usein tuotannon tulosta. Epäsuoria eli välillisiä kustannuksia ovat myös uudelleen tekeminen, turhat varastot, ylimitoitettu käyttöomaisuus, ylityöt ja hallitsematon resurssien käyttö. Menetetyt tuotot puolestaan näkyvät kunnossapidon laiminlyönneistä aiheutuvina myyntivolyymien tai hinnan alentumisena, sekä lyhyellä aikavälillä menetettynä katetuottona. (Hagberg et al. 1996, s.35; Laine 2010, s.37-38; Järviö 2012, s.180)

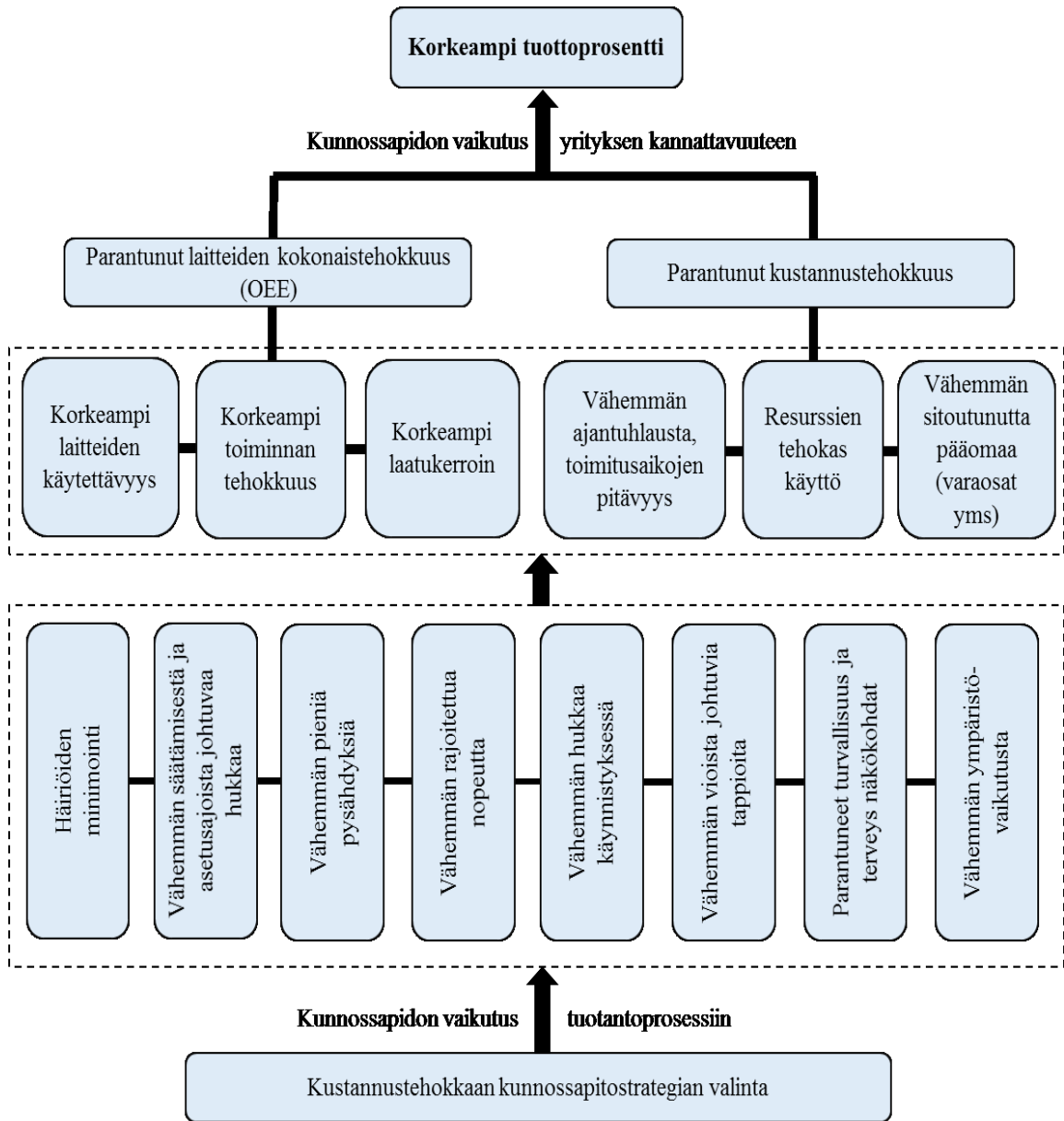
Edellä mainittuja kunnossapidon suorina kustannuksia on helppo seurata ja mitata. Se johtaa kuitenkin helposti kapeakatseiseen näkökulmaan, jossa kunnossapidon osalta havaitaan vain nämä suorat kustannukset. Kun kapeakatseisen näkökulman omaava yritys pyrkii parantamaan kannattavuuttaan, se pienentää suorina kustannuksia esimerkiksi henkilövähennyksin. Suorilla kustannuksilla on kuitenkin luultua pienempi vaikutus kokonaistulokseen. Tämä yleinen lähestymistapa, jossa keskitytään vain kunnossapidon suoriin kustannuksiin, tulisi kääntää toisin päin ja keskittyä menetettyihin tuottoihin ja epäsuoriin kustannuksiin. Epäsuorat kustannukset ja menetetyt tuotot ovat suuremmat kuin suorat kustannukset. Niitä ei kuitenkaan normaalisti tunnisteta, koska ne eivät näy kirjanpidossa. Niiden suuruutta on vaikea määrittää. (Hagberg et al. 1996, s. 35; Laine 2010, s. 33, 37)

Laineen (2010) näkökulma kunnossapitoon on perinteistä laajempi. Hän esittää, että kunnossapito on tuloa tuova panostus. Kun käsitellään kunnossapidon vaikutusta tuotantolaitoksen tulokseen, voidaan puhua käynnissäpidosta. Käynnissäpitoon kuuluvat pääasiassa kunnossapidon ja tuotannon toiminnot, mutta myös muut yrityksen toiminnot voivat tukea sitä. Käynnissäpidolla tarkoitetaan kaikkia niitä toimenpiteitä, joilla varmistetaan tuotantolinjojen virheetön ja korkea tuotantotehokkuus (Laine 2010, s.20). Käynnissäpidon tehokkuutta ja laatua voidaan mitata laskemalla tuotannon kokonaistehokkuus eli overall equipment effectiveness (OEE). Se ottaa huomioon tuotannon käyntiajan eli käytettävyyden sekä nopeuden ja laadun (Nakajima 1988, Parikh & Mahamuni 2015 mukaan). OEE-mittarista kerrotaan tarkemmin luvussa 2.7.2. OEE:n avulla voidaan arvioida edellä mainittujen kunnossapidon menetettyjen tuottojen määrää. Menetettyt tuotot ovat Laineen (2010, s.37) mukaan käynnissäpidon suurin yksittäinen kuluerä. Käynnissäpidolla on suuri vaikutus yrityksen tulokseen, varsinkin silloin jos yritys pystyy myymään koko tuotantokapasiteettinsa.

Myös Maletic et al. (2014) esittävät kunnossapidon olevan tuottava toiminto pelkän kustannuspaikan sijaan. Heidän mukaansa kunnossapidolla on suuri vaikutus yrityksen perinteisiin kilpailukyvyyn lähteisiin, kuten hintaan, laatuun ja toimitusvarmuuteen. Tehokkaalla laitehallinnalla voidaan ylläpitää vanhojenkin laitteiden hyvää käytettävyyttä ja OEE voi olla korkea alhaisillakin kustannuksilla. Kunnossapidon aiheuttamat häiriöt tuotantoprosessissa puolestaan vähentävät tuottavuutta ja nostavat tuotteiden hintaa, jonka seurauksena kannattavuus laskee. Perusteluna sanoilleen Maletic et al. (2014) esittävät mallin, jossa on osoitettu kunnossapidon, tuotannon ja yrityksen kannattavuuden välistä yhteyttä. Heidän mukaansa voidaan yleisellä tasolla osoittaa, että parannukset kunnossapidon toimintatavoissa johtavat tuotantokustannusten laskuun ja yrityksen tuloksen ja kilpailukyvyyn nousuun. Tämä toteutetaan vahvistamalla tuotannon saatavuutta, toiminnan tehokkuutta ja laatua. Malli on esitetty kuvassa 5.

Aalto (1994, s.42) esittää, että kunnossapidon taloudellisia vaikutuksia voidaan tarkastella kahdesta eri näkökulmasta. Ensimmäisessä keskitytään kunnossapitostrategian valintaan, jolla pyritään luomaan nykyisille laitteille parhaat ratkaisut kannattavuuden ja tehokkuuden kannalta. Tähän perustuu kuvassa 5 esitetty Maleticin (2014) malli. Toisessa näkökulmassa kunnossapidon kustannukset otetaan huomioon jo laitteen hankintavaiheessa ja tarkoituksena on löytää paras vaihtoehto laitteen koko eliniän tuotot ja kustannukset huomioiden. Tätä näkökulmaa Aalto (1994) kutsuu nimellä Life Cycle Cost (LCC, elinjaksokustannukset). Järviön (2012, s.183) mukaan elinjaksokustannusten laskennassa otetaan huomioon hankintakustannusten lisäksi muun muassa vuotuiset käyttö-, sekä kunnossapitokustannukset, kiinteät kustannukset ja jäännösarvo. Kustannuksia korostavasta nimityksestä LCC on kehitetty hyötyjä korostava versio Life Cycle Profit (LCP elinkaarihyödyt). Tämän ajattelutavan lähtökohtana on keskittyä tuottoa maksivoimiin panostuksiin kustannusten karsimisen sijaan. Sherwinin (2009) mukaan yritysten tulisi ymmärtää mitä vaikutuksia heidän päätöksillä on laitteiden koko elinkaareen (LCC/LCP), eikä vain

lähitulevaisuuden kustannuksiin ja tuottoihin. Vain tällä tavalla pystytään tekemään oikeita päätöksiä.



Kuva 5. Kunnossapidon vaikutus yrityksen kannattavuuteen. (Mukailtu lähteestä Maletic et al. 2014)

2.5 Kunnossapidon johtaminen

Kunnossapidon johtaminen (maintenance management) sisältää kaikki johtamisen toiminnot jotka määrittelevät kunnossapidon tavoitteet, prioriteetit, strategian ja vastuut. Se sisältää myös edellä mainittujen asioiden implementointia suunnittelun, kontrolloinnin ja valvonnan keinoin ottamalla huomioon organisaation taloudellisen näkökulman (EN 13306 2011). Siitä lähtien kun kunnossapito miellettiin tärkeäksi osaksi liiketoimintaa,

osaksi johon voidaan vaikuttaa, sitä on tutkittu ja sen ympärille on luotu erilaisia viitekehys- ja johtamismalleja. Tieteellisissä julkaisuissa kunnossapidon johtamisen tekniikoista on ollut eniten esillä TPM, RCM, CBM ja preventive maintenance (PM ehkäisevä kunnossapito) (Garq & Deshmunk 2006). Järviö (2012, s.111) lisää merkittävien mallien listaan vielä Asset managementin.

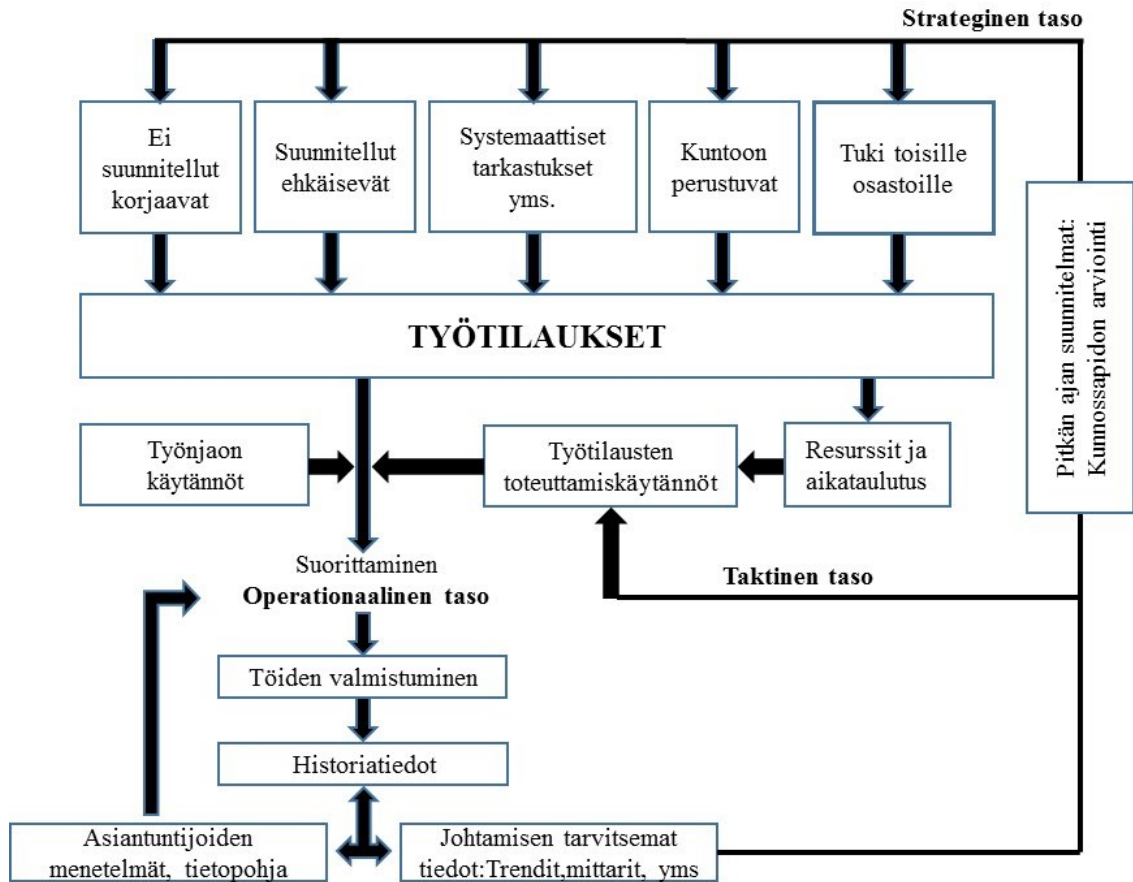
Kunnossapidon kokonaisstrategialla, eli toisin sanoen sillä miten kunnossapitoa johdetaan, on suuri merkitys yritykselle. Kunnossapitostrategian pitää olla linjassa yrityksen liiketoimintasuunnitelman ja sen toteuttamiseksi luodun strategian kanssa. Kunnossapidon tavoitteet tulisi siis johtaa varsinaisen liiketoiminnan tavoitteista niin, että se tukee keskeisiä menestystekijöitä. Kunnossapitoa ei pidä nähdä erillisenä toimintona vaan integroituna osana yrityksen toimintaa ja sen kilpailukykyä. (Crespo 2007, s.5-9)

2.5.1 Kunnossapidon prosessi

Yleisellä tasolla kunnossapidon johtaminen voidaan esittää prosessimaisena tapahtumaketjuna, joka on esitetty kuvassa 6. Prosessi pyrkii esittämään ne toiminnot ja vaiheet, jotka ovat tärkeitä hyvän kunnossapidon johtamisen kannalta (Crespo & Gupta 2006). Prosessin sanallinen kuvaus esitetään karkeasti ja yksinkertaistaen asioita, mutta se antaa hyvän käsityksen kunnossapidon johtamisesta laajassa näkökulmassa.

Prosessi on luonteeltaan iteratiivinen, mutta sen voidaan ajatella alkavan kunnossapitosuunnitelman luomisesta. Suunnitelmassa yksilöidään laitteet ja priorisoidaan ne kunnossapitostrategian perusteella. Strategiaa hyväksi käyttäen luodaan laitteille kunnossapito-ohjelmat. Kunnossapito-ohjelman laatimiseksi on olemassa erilaisia tapoja ja menetelmiä, joista osaan palataan tämän työn myöhemmässä vaiheessa. Tämä suunnitelma voidaan mieltää kunnossapidon pitkän ajan suunnitelmaksi ja se sisältää kaikki toiminnot, käytännöt, resurssit ja karkeat aikataulut kunnossapidon tehtävien toteuttamiseksi. Toisessa vaiheessa tapahtuu tarkempi tehtävien aikataulutus huolto-ohjelmien perusteella. Tässä vaiheessa myös varmistetaan, että käytössä on kaikki tarvittavat resurssit suunniteltujen ja yllättävien toimenpiteiden suorittamiseksi. Tarvittavat resurssit ovat mm. työvoimaa (omaa tai ulkoistettua), työkaluja ja varaosia. Seuraavassa vaiheessa kunnossapitotoimien suorittamista valvotaan sekä kerätään ja käsitellään tarvittava data toimenpiteistä. Neljännessä vaiheessa arvioidaan kunnossapidon toimia. Arvioinnissa käytetään hyväksi edellisessä vaiheessa kerättyä historiatietoa kunnossapidon toiminnasta. Kunnossapidon toiminnan arvioimiseksi on erilaisia mittareita, kuten keskimääräinen korjausaika, keskimääräinen vikaantumisväli tai kunnossapitokustannusten kehitys. Käytetyt mittarit tulisi määrittää kunnossapitostrategia luonnin yhteydessä, sillä mittareiden tarkoitus on mitata strategian onnistumista. Arvioinnin perusteella tehdään tarvittavat muutokset alkuperäiseen kunnossapitosuunnitelmaan. Viimeistä edellisenä vaiheena on jatkuvan parantamisen varmistaminen. Jatkuva parantaminen voidaan saavuttaa johdon avulla, tehokkailla prosesseilla ja kommunikaatiolla. Kuudentena ja viimeisenä vaiheena prosessissa on laitteiden uudelleen suunnittelun arviointi. Eli tutkitaan voisiko nykyisiin

laitteisiin tehdä sellaisia muutoksia, jotka parantavat sen toimintakykyä tai kunnossapidettävyyttä. (Crespo 2007, s.14-21; Crespo & Gupta 2006)



Kuva 6. Kunnossapidon prosessi (Mukailtu lähteestä Crespo & Gupta 2006)

Crespo (2007, s.9) pitää tärkeänä, että kunnossapidon johtaminen on linjassa kaikkien kolmen liiketoiminnan tason kanssa: *strategisen*, *taktisen* ja *operatiivisen*. Strategisella tasolla se tarkoittaa, että liiketoiminnan prioriteetit muutetaan kunnossapidon prioriteeteiksi. Eli yrityksen strategian tulee heijastua myös kunnossapitostrategiaan. Taktisella tasolla tarkoitetaan kunnossapitoresurssien oikeanlaista määrittystä, jotta strategian avulla luotu kunnossapitosuunnitelma pystytään toteuttamaan. Operationaalinen taso tarkoittaa töiden varsinaista suorittamista. Crespo (2007) jatkaa vielä, että tehtävät tulee suorittaa ammattitaidolla, aikataulussa, oikeilla menetelmillä ja työkaluilla. Nykyään ehkäisevät toimet ja vikojen juurisyiden selvittäminen ovat kriittisiä tehtäviä, jotka myös kuuluvat tälle tasolle. Onnistuminen ja hyvien kokemusten kerääminen kaikilta kolmelta tasolta, sekä parhaiden toimintatapojen oppiminen luovat pohjan jatkuvalla parantamiselle ja kehittyvälle kunnossapidon organisaatiolle.

2.5.2 Kunnossapidon johtamisen viitekehys

Kunnossapidon johtamisen viitekehys tulisi ymmärtää edellä esitetyn prosessimallin mahdollistavaksi tukirakenteeksi. Crespo & Gupta (2006) tarkentavat, että prosessi on tapahtumaketju kunnossapidon johtamisen aktiviteeteista ja viitekehys puolestaan tarjoaa teknologian sen suorittamiselle. Hänen mukaansa nämä kaksi asiaa on hyvä erottaa toisistaan, jotta ei sekoiteta kunnossapidollisia tehtäviä ja niitä mahdollistavia työkaluja toisiinsa. Crespon & Guptan luoman viitekehyksen taustalla on useita eri kirjallisuuslähteitä kunnossapidon alalta. Näistä merkittävimpinä mainittakoon Wiremanin (1998, Crespo & Gupta 2006 mukaan) asteittainen viiden portaan malli ja Cambellin (1995, Crespo & Gupta 2006 mukaan) luoma rakennemalli tehokkaalle kunnossapidon johtamiselle. Viitekehys koostuu yksinkertaisesti kolmesta eri päätekijästä eli pilarista: informaatioteknologia (IT), kunnossapidon tekniset menetelmät ja organisatoriset menetelmät (Crespo & Gupta 2006). Viitekehyksen pilarit on esitetty kuvassa 7.

Kunnossapidon johtamisen viitekehys	IT	Tietojärjestelmä, kunnonvalvonnan tekniikat
	Kunnossapidon tekniset menetelmät	TPM, RCM, tilastolliset data-analyysit, optimointimenetelmät, muut kunnossapitoon liittyvät kehitys menetelmät.
	Organisatoriset menetelmät	Suhdetoiminta, motivaatio, käyttöhenkilöstön osallistuminen, yms.

***Kuva 7.** Kunnossapidon johtamisen viitekehys (Mukailtu lähteestä Crespo & Gupta 2006)*

Viitekehyksen ensimmäinen pilari on informaatioteknologia, jonka avulla hallitaan kaikkea dataa eli tietoa, jota kunnossapidon toimintoihin liittyy. Nykyään on enemmänkin sääntö kuin poikkeus, että tietoa hallitaan kunnossapidon tietojärjestelmän kautta (Computerized maintenance management system CMMS). Kunnossapidon tietojärjestelmä onkin toinen IT -pilarin kahdesta elementistä. Se sisältää kaiken tiedon, jota kunnossapidon johto, suunnittelu, tuotannon henkilöstö ja kunnossapidon henkilöstö tarvitsevat. Kun tietojärjestelmä on asianmukaisesti liitetty yrityksen toiminnanohjausjärjestelmään (Enterprise resource planning ERP), siitä voi saada erittäin hyödyllisen työkalu kunnossapidon tehokkaaseen johtamiseen. Ja edistyksellisellä tekniikalla varustettuna se mahdollistaa älykkään kunnossapidon toteuttamisen. (Crespo & Gupta 2006)

Perinteisesti kunnossapidon tietojärjestelmä sisältää seuraavia osa-alueita: Laitteiden tietokannat, huolto-ohjelmat, kunnossapitotöiden suunnittelu ja aikataulutus, materiaalihallinto sekä seurantajärjestelmät ja raportoinnin. Laitteiden tietokanta koostuu laitteiden

perustiedoista, kuten tyyppitiedoista, toimittajan tiedoista, teknisistä ominaisuuksista, piirustuksista ja varaosatieoista. Myös laitteen kunnossapitohistoria ja kunnonvalvonnan seurantatiedot löytyvät tästä tietokannasta. Kunnossapidon materiaalihallinnon tehtävänä on lähinnä varaosien ja muiden tarvikkeiden sekä työkalujen saatavuuden varmistaminen. Seurantajärjestelmällä saadaan kustannustietoa jaoteltuna esimerkiksi koneittain ja kustannuslajeittain. Sillä saadaan myös erilaisia tunnuslukuja, jotka ovat oleellisia toiminnan kehittämisen kannalta. (Aalto 1994, s.56-57). Näiden lisäksi tietojärjestelmän osa-alueiksi voidaan luetella ehkäisevän kunnossapidon suunnitelman, henkilöstöresurssit, sekä ostojen ja laskutuksen järjestelmät (Crespo 2007, s.27).

Crespo & Gupta (2006) muistuttavat, että tietojärjestelmä ei itsessään ole ratkaisu kehittyvän kunnossapidon aikaansaamiseksi. He luettelevat tietojärjestelmän ominaisuuksia, jotka interaktiivisen suhteen kautta tukevat päätöksentekijöitä ratkaisuihissaan.

- *Informaation kerääminen ja prosessointi.* Informaation pitää olla ”koodattua” tai luokiteltua, jotta sitä voidaan analysoida mittareilla ja vertailemalla. Organisaation pitää esimerkiksi oppia määrittelemään erilaisia virhetyppejä ja kunnossapidon työlajeja, jotta niitä voidaan seurata ja analysoida. Tällä toiminnalla tarkoitetaan myös reaaliaikaisen tiedon keräämistä automaattisista mitta- ja seurantalaitteista.
- *Kunnossapidon tuki operatiivisella tasolla.* Tällä tarkoitetaan ennakoivaa diagnostiikka perustuen historiatietojen ja reaaliaikaisen seurannan hyväksikäyttöön.
- *Kunnossapidon suoritusmittariston luonti.* Kunnossapidon tehtävät priorisoidaan vastaamaan varsinaisen liiketoiminnan tavoitteita. Kriittiset tehtävät määräytyvät liiketoiminnalle tärkeiden asioiden perusteella. Kriittisyyden arviointi voi olla hyvin monimutkaista, ja järjestelmän pitää pystyä tuottamaan tarvittavaa tietoa sitä varten. Tässä tarkoitetaan tietoa kuten, kunnossapidon suorat ja epäsuorat kustannukset, kunnossapidon saatavuus ja luotettavuus.
- *Kunnossapidon työnsuunnittelun tukeminen.* Tietojärjestelmän pitäisi ehkäistä häiriöitä työnsuunnitteluun. Toisin sanoen, pitäisi minimoida suunnittelemattomat häiriökorjaukset.
- *Käytäntöjen tarjoaminen jatkuvalle parantamiselle.* Kunnossapitosuunnitelmaa tulee jatkuvasti kehittää.
- *Integraatio ERP:n kanssa.* Kunnossapidon ja yrityksen muiden tietokantojen pitäisi pystyä keskustelemaan keskenään.

Toinen IT -pilarin elementeistä on kunnonvalvonta, jonka tavoitteena on ennustava kunnossapito. Ennustavaa kunnossapitoa käsiteltiin luvussa 2.2, joten siihen ei enää palata tässä kohtaa.

Viitekehyksen toinen pilari koostuu erilaisista kunnossapidon menetelmistä ja strategioista. Kuvan 7 mukaisesti pilari jaetaan seuraaviin elementteihin: TPM, RCM, tilastolliset

data-analyysit, optimointimenetelmät ja muut kunnossapidon optimointiin liittyvät menetelmät. TPM ja RCM ovat keskeisiä ja paljon käytettyjä kunnossapidon menetelmiä, joten niitä käsitellään syvällisemmin luvuissa 2.5.3 ja 2.5.4.

Kunnossapidon viitekehyksen kolmanteen pilariin kuuluvat kunnossapidon organisatoriset tekijät. Ne voidaan vielä jakaa kolmen eri alaryhmään. Ensimmäinen on joustavuuden luominen kunnossapidon toimintaan. Toisena alueena on kommunikaation tukeminen ja edistäminen eri toimintojen kesken. Viimeisenä on suhteiden parantaminen ulkopuolisten sidosryhmien kanssa. (Crespo & Gupta 2006)

Toiminnan joustavuus ja kommunikaatio ovat osittain toinen toistaan vahvistavia tekijöitä. Kunnossapito-organisaation päätöksenteko on perinteisesti ollut kokonaisuudessa yhden johtajan käsissä, jolla on ollut kontrolli kaikista toiminnoista. Tämän johtamistyylin haittana on ollut puute toiminnan joustavuudessa. Viime vuosina kunnossapito-organisaatioissa onkin päätöksentekoa pyritty hajauttamaan ja viemään lähemmäs työntekijöitä. Se on parantanut kommunikaatiota ja koordinoitua, varsinkin monimutkaisessa ympäristössä. Joustavuutta kunnossapidon toimintaa on savutettu mm. moniosaamisella ja sopivien pienryhmien muodostamisella. On kuitenkin muistettava, ettei ole yhtä oikeaa organisaatiomallia, vaan se on tilanteesta riippuvainen. Mitä monimutkaisemmasta laitoksesta on kyse, sitä tärkeämmässä roolissa on tietojärjestelmä ja sen yhteys ERP:iin. Sen vaikutus tiedonvälitykseen ja koordinointiin on suuri. (Crespo & Gupta 2006)

Kolmas vaatimus nykyaikaiselle kunnossapito-organisaatiolle on, että suhteita tulee pitää yllä myös oman organisaation ulkopuolelle. Yhteys tuotantolaitteiden toimittajiin, kuten raaka-aine toimittajiinkin voi olla hyvin tärkeää. Asiakkaat on sidosryhmä jota ei helposti mielletä kunnossapidon suhdetoiminnan piiriin. Asiakkaiden muuttuvat tarpeet voivat kuitenkin vaikuttaa kunnossapidon tehtäviin. Reklamaation perimäinen syy voi olla huonosti toteutetussa huoltotoimessa, joten kunnossapidon pitäisi olla tietoinen laadullisista asioista. (Crespo & Gupta 2006) Alihankintana ostetut palvelut ovat nykyään hyvin tärkeä osa kunnossapito-organisaation kokonaisuutta useimmissa tuotantolaitoksissa, joten suhdetoiminta ulkopuolisiin palveluntarjoajiin on hyvin oleellista. Tulevaisuudessa oletetaan kunnossapidon palveluiden lisääntyvän entisestään, sillä yrityksillä ei ole halua tai resursseja panostaa omaan kunnossapitoon. (Promaint 2016)

2.5.3 Luotettavuuskeskeinen kunnossapito

Luotettavuuskeskeinen kunnossapito eli RCM on menetelmä, jonka avulla luodaan laitteelle kunnossapito-ohjelma. Menetelmä kehitettiin ilmailualalla 1960 -luvulla kun lentokoneille pyrittiin luomaan ennakoivaa huolto-ohjelmaa. Menetelmän kehittäjät huomasivat, ettei ennakoivalla jaksotetulla kunnossapidolla ollut yleisesti vaikutusta monimutkaisen laitteen toimintakykyyn. Perinteinen kunnossapidon toimintatapa ei siis toiminut. He alkoivat selvittämään laitteen erilaisia vikaantumismalleja ja loivat huolto-ohjelman

sen perusteella. Vikaantumismekanismien selvittämisestä tuli pohja uudelle toimintataivalle. (Järviö 2012, s.162)

Luotettavuuskeskeisen kunnossapidon tavoitteena on keskittyä niihin laitteisiin, jotka ovat kriittisimpiä prosessille. Kriteereinä kriittisyydelle ovat yleensä kustannukset, laatu, ympäristövaatimukset ja turvallisuus. Laitteiden vikaantumismekanismit selvitetään ja niiden avulla osataan valita tehokkaat kunnossapidon menetelmät. Jos tehokkaita ennakkoivan kunnossapidon toimia ei jollekin laitteelle löydy, luodaan toimintaohjeet vikaantumisen sattuessa. Päämääränä on myös opettaa koneiden käyttöhenkilöitä seuraamaan kriittisiä komponentteja. RCM -menetelmän avulla luodaan edellytykset kustannusten analysointiin, prosessin tuottavuuden sekä laitteiden luotettavuuden parantamiseen. (Moubray 1997)

Käytännössä menetelmä perustuu seitsemään kysymykseen, jotka tulee kysyä jokaisen laitteen kohdalla (Moubray 1997, s.7). Järviön (2012, s.164) suomentamana kysymykset kuuluvat:

1. Mitkä ovat laitteen toiminnot ja suorituskykystandardit sen tämänhetkisessä toimintaympäristössä?
2. Mitä tapahtuu kun laite rikkoutuu (mitkä toiminnot jäävät tapahtumatta)?
3. Mikä aiheuttaa kunkin laitteen toiminnon puuttumisen / vajaatoiminnan?
4. Mitä tapahtuu kunkin vikaantumisen yhteydessä?
5. Mitä vahinkoja kukin vikaantuminen aiheuttaa?
6. Mitä voidaan tehdä kunkin vikaantumismallin havaitsemiseksi riittävän ajoissa tai vikaantumisen estämiseksi?
7. Mitä tehdään, jos sopiva ehkäisevää toimenpidettä ei löydy?

RCM on saanut myös paljon kritiikkiä. Sherwin (2009) mukaan RCM ei ole tieteellisesti perusteltu menetelmä ja sen ensisijainen tavoite on lähtökohtaisesti väärä. Sen tavoite on luotettavuus, vaikka teollisessa laitoksessa kunnossapidon tulisi tavoitella taloudellisuutta. Toinen kritiikkiä esittänyt tutkimus kertoo, että RCM on aikaa vievä menetelmä eli kallis, joka vaatii johdon hyväksynnän ja täyden tuen. Lisäksi se tarvitsee paljon dataa ollakseen tehokas, ja varsinkin pk-yrityksillä datan määrä on yleensä hyvin rajallinen (Baglee & Knowles 2010). Osaan kritiikistä on vastattu ja menetelmästä on tehty erilaisia kevennettyjä malleja, jotka eivät ole niin työläitä ja kalliita toteuttaa kuin alkuperäinen. Kevennettyjä malleja kutsutaan nimellä streamlined RCM (SRCM virtaviivaistettu RCM) (Järviö 2012, s.162)

2.5.4 Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito

Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito eli TPM on 1970 -luvulla Japanissa kehitetty filosofia, jonka perustana on tuottavan kunnossapidon ajattelutapa. Se on organisaation kulttuuri, jossa kaikki hävikki minimoidaan (Parikh & Mahamuni 2015). Ahuja &

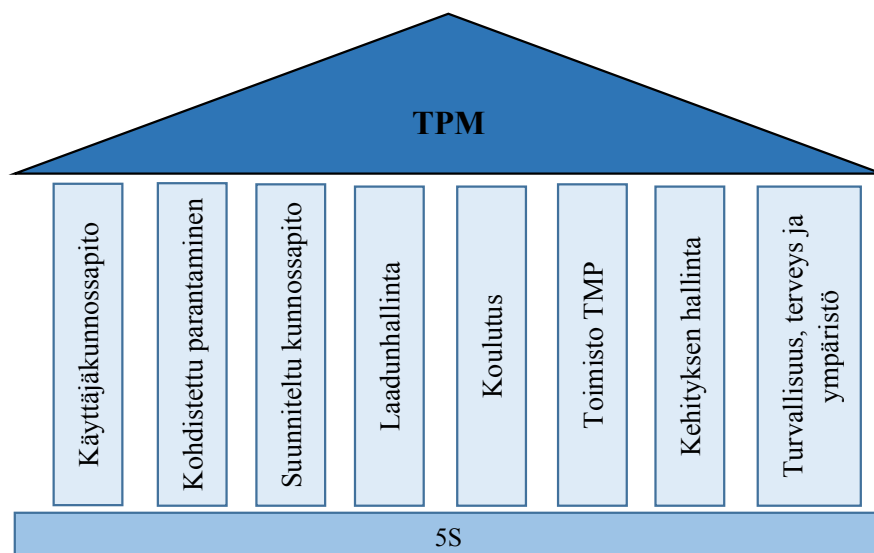
Khamba (2008) kertovat kuinka TPM on kirjallisuudessa esitetty olevan lupaavin strategia kunnossapidon toiminnan parantamiseksi. Sen on myös todettu olevan erittäin tehokas toimintatapa. Moni organisaatio on kokenut saavuttavansa tärkeät tavoitteensa sen avulla (Ahuja et al. 2004, Ahuja & Khamba 2008 mukaan). Tutkimusten mukaan (Jain et al. 2016; Sharma & Sharma 2014) TPM -opit edesauttavat myös pk-yritysten toiminnan kehittämistä. Sen perustana on laitteiden tehokkuuden parantaminen, häiriöiden eliminointi ja käyttöhenkilöstön autonominen osallistuminen päivittäisiin kunnossapitotehtäviin (Nakajima, Parikh & Mahamuni 2015 mukaan). Sen tavoitteet voidaan eritellä seuraavasti:

- maksimoidaan OEE käytettävyyden, suorituskyvyn, tehokkuuden ja tuotannon laadun kautta.
- luodaan ehkäisevä kunnossapitostrategia laitteiden koko elinkaaren ajaksi
- sidotaan kaikki osastot mukaan toimintaan: suunnittelu, käyttö ja kunnossapito
- sidotaan koko henkilöstö ylimmästä johdosta työntekijöihin mukaan toimintaan
- edistetään parempaa kunnossapitoa pienten ryhmien autonomisella toiminnalla. (Ahuja & Khamba 2008)

TPM:n yhteydessä puhutaan usein hävikkien pienentämisestä, joka on monelle tuotantostrategioihin perehtyneelle tuttu Lean -strategiasta. TPM on itseasiassa ollut lähtökohta Lean -toiminnan kehittymiselle. Kunnossapidon tai toisin sanoen käynnissäpidon näkökulmasta tuotantolaitoksessa on kuusi suurta hävikkiä, joita pyritään pienentämään. Hävikit eivät tosin ole pelkästään kunnossapidon aiheuttamia, mutta hävikkeihin vaikuttamalla pyritään parantamaan OEE:tä, joka on yksi TPM:n tavoitteista. Nämä hävikit ovat:

- seisokit / laitehäiriöt
- aloitus- lopetus- ja asetusajat
- vajaalla teholla käynti ja lyhyet seisokit
- alentunut nopeus
- prosessivioista johtuvat laatutappiot
- laadun takia vähentynyt tuotanto. (Laine 2010, s.48)

TPM on filosofia ja sen toiminta on kulttuurisidonnainen. Sen toteuttamiseksi ei ole yhtä ainutta oikeaa keinoa vaan sitä tulee soveltaa tuotantolaitoksen erityispiirteiden mukaisesti (Järviö 2012, s.146). Tästä huolimatta on löydettävissä tietyt perusaineokset, joista TPM rakentuu. Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM Japanilainen kunnossapidon instituutti) (JIPM, Ahuja & Khamba 2008 mukaan) on esittänyt, että TPM rakennetaan kahdeksan pilarin varaan ja perustuksena on menetelmä nimeltään 5S. TPM:n pilarit ja perustukset on esitetty kuvassa 8.



Kuva 8. TPM:n pilarit ja perustukset (Mukailtu lähteestä Ahuja & Khamba 2008)

5S on niin ikään japanissa kehitetty menetelmä. Yksinkertaisuudessaan 5S menetelmän avulla työympäristö kokonaisuudessaan organisoidaan ja pidetään siistinä. Sen tavoitteena on helpottaa koneen tarkastamista ja kaiken ylimääräisen ja puutteellisen tunnistamista (Tuominen 2010, s.67). Tämän perustan päälle rakentuu TPM pilarit, jotka seuraavaksi esitellään lyhyesti.

- *Käyttäjäkunnossapito* tarkoittaa laitteen käyttäjän osallistumista kunnossapidon toimenpiteisiin. Käyttäjän tekemiä toimenpiteitä voi olla esimerkiksi säätö, puhdistus, voitelu ja tarkkailu. Käyttäjät ovat laitteiden ”omistajia” ja vastuussa sen toimintakunnosta. Lehtinen (2013) huomauttaa, että käyttäjäkunnossapidon avulla orastavat viat voidaan havaita hyvissä ajoin.
- *Kohdistettuun parantamiseen* kuuluu toistuvien ongelmien sekä hävikin tunnistaminen ja eliminointi. Tavoitteena on tuotannon kokonaistehokkuuden parantaminen eri menetelmien avulla.
- *Suunniteltu kunnossapito* vaatii tehokasta ennakkoivaa kunnossapitoa laitteen koko elinkaaren ajan. Pyritään vähentämään häiriökorjausten määrää.
- *Laadunhallinnan* tavoitteena on nolla virhettä. Tämä tapahtuu jäljittämällä laitteiden ongelmat ja juurisyyt.
- *Koulutuksella* kehitetään henkilökunnan teknistä ja laadullista osaamista sekä ihmissuhdetaitoja. Moniosaamista pyritään myös lisäämään. Osaamista tulee myös arvioida säännöllisesti.
- *Turvallisuus, terveys ja ympäristö* -pilari tarkoittaa turvallisen ja asianmukaisen työympäristön varmistamista. Tavoitteena tulee olla nolla tapaturmaa. Tätä voidaan edesauttaa luomalla standardit työmenetelmät.

- *Toimiston TPM* on liiketoiminnan eri toimintojen synergian parantamista. Siihen liittyy kaikenlaisen ”häsläyksen”, päällekkäisten ja turhien toimintojen sekä kustannusten poistaminen. 5S tulisi ottaa käyttöön myös toimistotiloissa.
- *Kehityksen hallinnan* avulla varmistetaan, että uudet laitteet ovat vanhoja parempia ja ne pystytään ottamaan nopeasti käyttöön. Se tarkoittaa valmistusprosessin tietotaidon siirtämistä olemassa olevasta systeemistä tulevaan systeemiin. (Ahuja & Khamba 2008)

Ahuja ja Khamba (2008) kokoavat vielä yhteen TPM:n implementoinnista saavutetut hyödyt, joita on korkeampi tuottavuus, parempi laatu, vähemmän häiriöitä, pienemmät kustannukset, pitävät toimitusajat, motivoiva työympäristö, parempi työturvallisuus ja työntekijöiden parantunut työmoraali. Pääasiaksi he nostavat parantuneen tuottavuuden ja kannattavuuden. Laitteiden parantuneen käytettävyyden ansiosta uusien investointien tarve vähenee. Yhteenvetona voidaan sanoa, että TPM on enemmän kuin kunnossapitostrategia. Se vaatii koko organisaation sitoutumista yhteisiin päämääriin. Henkilöstön pitää ottaa vastuuta ja toimia itsenäisesti sekä monipuolisesti.

2.5.5 Tuotanto-omaisuuden hallinta

Tuotanto-omaisuuden hallinta eli Asset management on kokonaisvaltainen toimintamalli kunnossapidon johtamiselle. Se sisältää osittain samoja asioita ja menetelmiä kuin edellä esitetty Crespon (2007) viitekehys, mutta näkökulma on hieman erilainen. Edellä esitetty viitekehys kategorisoi kunnossapidon johtamisen oleelliset asiat eri lokeroihin. Tuotanto-omaisuuden hallinta on luonteeltaan ajatusmalli sekä vaiheittainen menetelmä kunnossapidon viemiseksi huipputasolle (Järviö 2012, s.122). Yhdysvaltalaisen SAMI-järjestön (Strategic Asset Management Inc.) perustaja Bradley Petersonin (2003) mukaan tuotanto-omaisuuden hallinta on joukko integroituja prosesseja, joiden avulla tuotantolaitteista saadaan irti paras mahdollinen arvo. Se toteutetaan johdonmukaisen filosofian, suunnitelmien ja tavoitteiden, sekä koko laitoksen henkilökunnan yhteistyön ja osallistumisen kautta.

Tuotanto-omaisuuden hallinnan ajatusmaailma alkoi kehittymään 1970 -luvulla kun huomattiin, ettei perinteinen korjaava kunnossapito ole riittävä toimintatapa tuotantolaitteiden toimintakunnon ylläpitämiseksi. Kunnossapidon käsitettä laajennettiin huomioimaan myös vikaantumisen hallintaa ja ennaltaehkäisyä. Myös koneen käyttäjän osallisuus tehokkaaseen käyttöön otettiin huomioon. Koneen tehokkaan käytön ja kunnossapidon tehtäviä ei voi täysin erottaa toisistaan, vaan niillä on päällekkäisiä toimia. Kun kunnossapito nähdään osana tuotanto-omaisuuden hallintaa, Järviön (2012, s.19) mukaan sen tehtäviin kuuluvat seuraavat asiat:

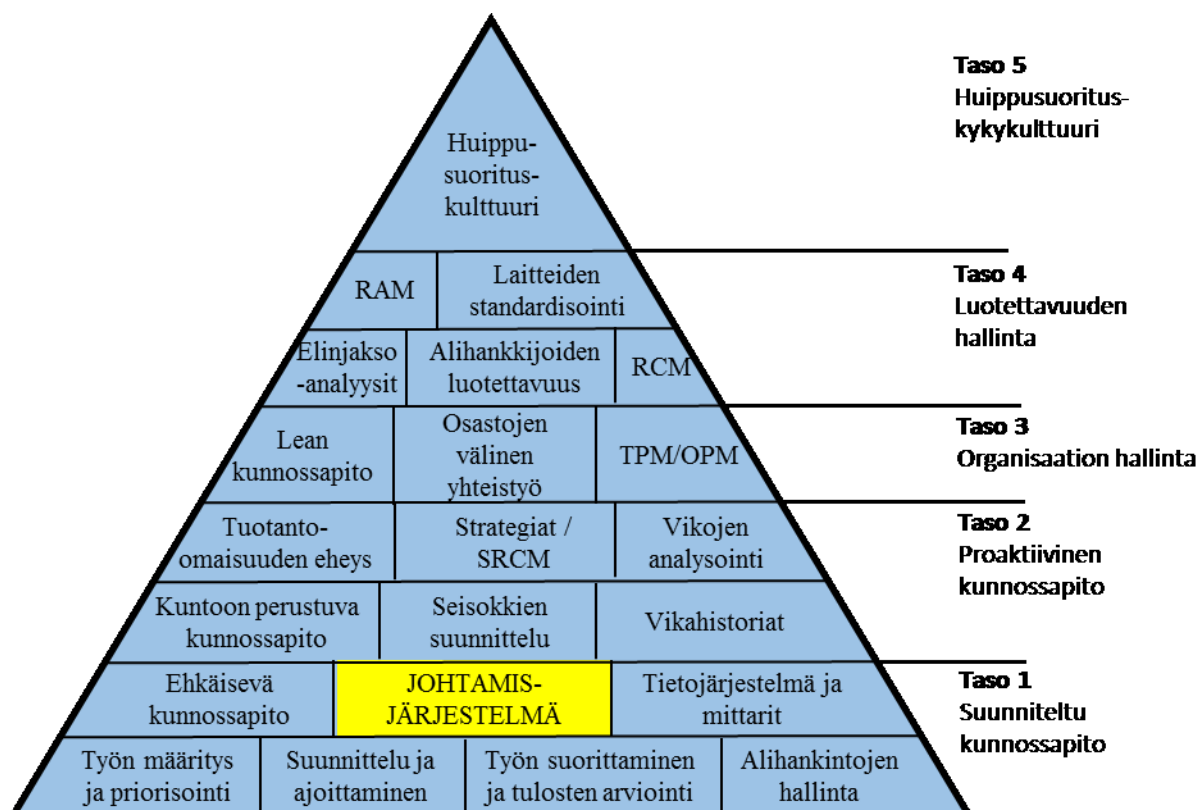
- ”laitteen toimintakunnon ylläpitäminen
- laitteen käytön turvallisuus
- laitteen laaduntuottokyky

- laitteen elinjakson hallinta
- oikeiden käyttöolosuhteiden noudattaminen
- palauttaminen alkuperäiseen kuntoon
- koneen modernisointi
- suunnitteluheikkouksien korjaaminen
- käyttö- ja kunnossapitotaitojen kehittäminen
- laitteen toiminnasta kerätyn tiedon analysointi ja johtopäätösten tekeminen.”

Tuotanto-omaisuuden hallintaan liittyy ainakin neljä osatavoitetta, jotka ovat tuotantokapasiteetin kehittäminen, tuotanto-omaisuuden hoitaminen, ympäristö- ja työturvallisuus sekä logistiikan hallinta. Tähän työhön liittyy oleellisesti tuotanto-omaisuuden hoitaminen, jossa yhdistyy laitteiston oikea käyttötapa, vikaantumisen hallinta ja ehkäisy, huolto, sekä kunnossapito ja korjaaminen. Tuotanto-omaisuuden eli tuotannon laitteiston hoitaminen tulee suorittaa niin, että yrityksen liiketoiminnan tavoitteet saavutetaan mahdollisimman pienin kustannuksin. (Järviö 2012, s.14-15, 19)

Edellä mainittu SAMI-järjestö (Strategic Asset Management Inc. 2017) on luonut tuotanto-omaisuuden hoitamisen pyramidin, jossa on esitetty tuotanto-omaisuuden hoitamisen viisi eri kehitysvaihetta. Pyramidi on esitetty kuvassa 9. Tavoitteena on edetä vaihe kerrallaan kohti pyramidin huippua, jossa sijaitsee erinomainen suorituskulttuuri. Olenasta on, että alemman tason vaatimukset tulee täyttää ennen kuin siirrytään ylemmälle tasolle. Niin sanotut perustukset tukevat ylemmän tason toimintoja, eikä niitä pysty suorittamaan, jos perustuksissa on vikaa. Pyramidiin liittyen on kehitetty ns. kypsyysmatriisi, jonka avulla yritys voi sijoittaa kunnossapitonsa pyramidin eri tasoille. Tällä tavalla voidaan arvioida kunnossapidon toiminnan tasoa. Kypsyysmatriisi on esitetty taulukossa 1.

Pyramidin keskiössä on kunnossapidon johtamisjärjestelmä. Petersonin (2003) mukaan johtamisjärjestelmän tarkoitus on tuoda toimintaan kurinalaisuutta ja yhdenmukaisuutta. Ilman niitä vaativia tavoitteita ei voi saavuttaa. Johtamisjärjestelmään liittyy liiketoimintasuunnitelman sekä tehtaan kyvykkyyden yhteensovittaminen, joista johdetaan vuosittaiset tavoitteet. Tavoitteet pitää jalkauttaa koko organisaatioon: esimerkiksi tuottavuudesta tulee operaattorin päivittäinen tavoite. Työsuorituksia tulee mitata ja tulosten avulla luodaan uusia tavoitteita, näin ylläpidetään jatkuvaa parantamista.



Kuva 9. Kunnossapidon pyramidi (Mukailtu lähteestä *Strategic Asset Management Inc. (2017)*).

Tuotanto-omaisuuden hallinnan pyramidi koostuu viidestä eri tasosta. Lyhyesti esitettynä ensimmäisessä vaiheessa kunnossapito muutetaan reagoivasta suunnitteluksi. Tiedetään, että 20 % vikaan johtaneista syistä aiheuttaa 80 % vioista. Systemaattisella seurannalla löydetään ongelmallisimmat kohteet. Tämän tason tavoitteena on, että 70 – 80 % töistä olisi suunniteltuja ja aikataulutettuja. Toisen vaiheen tavoitteena on edetä kohti ehkäisevää toimintaa. Kolmannessa vaiheessa voidaan ottaa käyttöön TPM:stä tuttuja toimenpiteitä eli integroidaan kunnossapito ja käynnissäpito. Tavoitteena on siis saada koneiden käyttäjät osallistumaan kunnossapitoon. Neljännen vaiheen keskeisin asia on siirtyä epäluotettavuudesta luotettavuuteen. Tähän liittyvät toimenpiteet ovat tuotannon pullonkaulojen poistaminen ja koneiden luotettavuuden parantaminen esimerkiksi rakenteellisilla muutoksilla. Viimeisellä eli viidennellä tasolla optimoidaan tuotantokapasiteetin käyttö. Koneiden optimaalinen toimintateho asetetaan vastaamaan markkinoiden kysynnän muutoksia. (Järviö 2012, s.124)

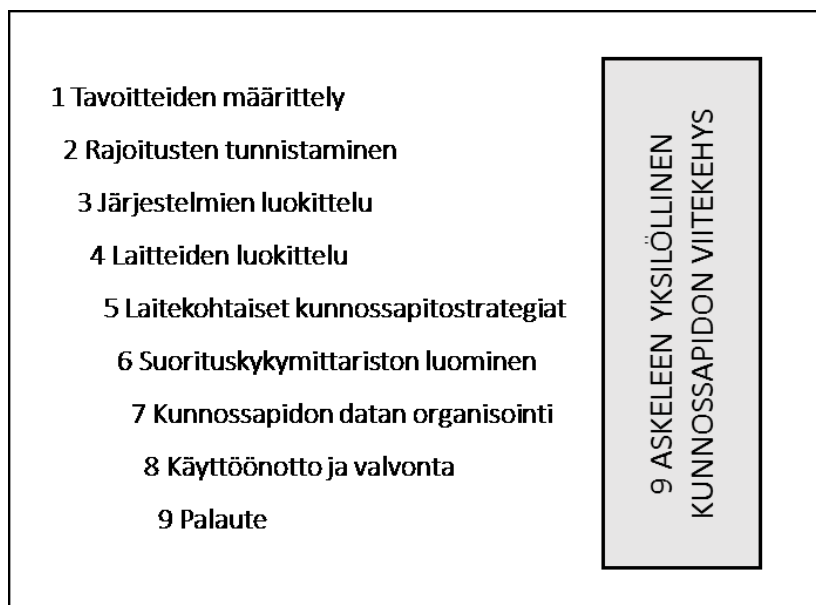
Taulukko 1. Kypsyysmatriisi (Järviö 2012, s.123)

	Aloittaja	Huippuosaaja
Taso 1 Suunniteltu kunnossapito	<ul style="list-style-type: none"> • ”tulipalot” ohjaavat toimin- toja • korjaukset useimmiten yllät- tävät • kunnossapito on korjaamista • työtilausjärjestelmä ei ole te- hokas • palveluvaste on heikko • ei yhteistyötä käytön kanssa • asiakaspalvelu on heikkoa 	<ul style="list-style-type: none"> • kaikki tehtävät priorisoitu • valtaosa tehtävistä suunniteltu ja aikatalutettu (70-80%) • CMMS täydessä käytössä, in- tegroitu hankinnan ja varastojen kanssa • JIT, varaston kierto min. 2x • Käyttäjät tarkastavat ja tilaavat työt • EH reitit suunniteltu, EH toimii
Taso 2 Proaktiivinen kunnossapito	<ul style="list-style-type: none"> • kunnonvalvontalaitteita on • kp dataa analysoidaan jos- sain määrin • EH-data ei johda toimenpi- teisiin • avainkoneiden luotettavuutta ei analysoida • kunnossapidon tuloksen seu- raaminen aneemista 	<ul style="list-style-type: none"> • kunnonvalvonta perustuu riski- analyyseihin • ennustavilla menetelmillä mini- moidaan korjaukset, seisok- kiajat sekä kustannukset • proaktiivisia toimintoja käy- tössä • EH-data talletettu toiminnanoh- jausjärjestelmään
Taso 3 Huippuorgani- saatio	<ul style="list-style-type: none"> • koulutus erillään KP-toimin- nasta • laatuohjelmat eivät paranna toiminnan laatua • tiimit eivät toimi • toiminta ei ole systemaat- tista ja järjestäytynyttä 	<ul style="list-style-type: none"> • tiimit joustavia, itseohjautuvia • kaizen-järjestelmä toimii, • parannusehdotusten määrä suuri • käytöllä ja kunnossapidolla yh- teiset yhteistyö- ja kehitysohjel- mat • kannustusjärjestelmät toimivat • Laitekohtainen osaaminen tär- keämpää kuin osastosuuntautu- neisuus
Taso 4 Sisäänraken- nettu luotetta- vuus	<ul style="list-style-type: none"> • RCM otettu käyttöön, mutta ei toimi • ammatilliset raja- aidat vai- keuttavat joustavaa resurs- sien yhdistelyä • analysoitaessa ”metsää ei aina nähdä puilta” • alihankkijoiden määrää pie- nenetään 	<ul style="list-style-type: none"> • konkurentti suunnittelu => elin- jakson hallinta • raportointi perustuu taloudellis- ten tekijöiden seuraamiseen • vikadataa käytetään trendiana- lyyseissä sekä ennustamisessa • alihankkijat osallistuvat luotetta- vuuden kehittämiseen
Taso 5 Asset Management	<ul style="list-style-type: none"> • Yrityksen ja kunnossapidon johdot eivät pysty linjaamaan toiminnan tavoitteita • markkinatilanne pakottaa ly- hytjäteiseen toimintaan • huipputehoja ei saavuteta (kitkaa • mm. ammattijärjestöjen kanssa) 	<ul style="list-style-type: none"> • Seuranta-, ohjaus- ja • informaatio-systeemit integroi- tuneet • tuotantokoneet automatisoituja ja varustettu autom. kunnossa- pito-ominaisuuksilla • elinjakso analyysit, elinjakson pidentäminen • automatisoitu, imuohjattu tuo- tantojärjestelmä

2.6 Kunnossapidon yksilöllinen kehittäminen

Kunnossapidon johtamiselle on aikojen kuluessa esitetty erilaisia viitekehyksiä ja johtamisoppeja, esimerkkinä tässäkin työssä esitetyt Crespon & Guptan (2006) viitekehys, sekä TPM ja RCM. Tosielämässä on kuitenkin huomattu ongelmia näihin liittyen. Kirjallisuudessa esitettyjen mallien ja organisaatioiden todellisten käytäntöjen välillä on usein suuri ero (Van Horenbeek et al. 2011, Barbera et al. 2012 mukaan). Yritysten on vaikea ottaa käyttöön kokonaisvaltaista kunnossapidon mallia, esimerkiksi TPM ja RCM ovat monimutkaisia ja saattavat sopia vain tietyntyyppiselle tuotantolaitokselle. Naughton & Tiernan (2012), väittävät että ei ole olemassa yhtä oikeaa mallia joka sopisi kaikille. Heidän mukaansa yhä useampi organisaatio tarvitsee kustomoidun konseptin, joka vastaa yksilöllisiin tarpeisiin.

Organisaatioiden yksilöllisiä tarpeita vastaamaan on luotu kunnossapidon kehittämisen malleja. Esimerkiksi Naughton & Tierman (2012) ovat luoneet mallin yksilölliselle kunnossapidon kehittämiseksi. Malli on esitetty kuvassa 10. Myös Waeyenbergh & Pintelon (2002) ovat esittäneet viitekehysten, jonka avulla yritys voi luoda omia tarpeitaan vastaavan kunnossapidon konseptinsa. Malleissa korostetaan hieman eri asioita ja käytetään eri menetelmiä, mutta niiden perusrakenteessa on hyvin paljon yhtäläisyyksiä. Molemmat alkavat tavoitteiden asettamisesta, jossa tulee ottaa huomioon resurssit ja vaatimukset tavoitteiden saavuttamiselle. Seuraavaksi laitteet ja laitejärjestelmät tulee kategorisoida sen mukaan kuinka tärkeitä ne ovat kokonaisuuden kannalta. Järjestelmätasolta siirrytään komponenttitasolle kriittisten komponenttien tunnistamiseen ja kategorisointiin. Yhä edelleen molemmat seuraavat samaa kaavaa ja seuraavaksi päätetään konekohtainen kunnossapitostrategia, esim. CBM, Operate to failure (OTF, käyttö rikkoutumiseen saakka) tai Fixed time maintenance (FTM, määräaikaishuolto). Tässä vaiheessa Waeyenbergh & Pintelon (2002) kiinnittävät huomiota ennaltaehkäisevän kunnossapidon optimoimiseen, jossa he painottavat perinteisiä aikaa tai käyttöön perustuvia huoltovälejä. Tämän jälkeen molemmat mallit kehottavat luomaan mittariston kunnossapidon suorituksen mittaukselle. Mittariston ja muun käsillä olevan tiedon avulla toimintaa voidaan ja sitä pitääkin jatkuvasti parantaa. Tiedon käsittelyssä ja keräämisessä Naughton & Tierman (2012) korostavat kunnossapidon tietojärjestelmän tärkeyttä järjestelmällisenä työkaluna. Waeyenbergh & Pintelon (2002) ottavat huomioon myös hiljaisen tiedon ja työntekijöiden osaamisen.



Kuva 10. Kunnossapidon yksilöllinen viitekehys (Mukailtu lähteestä Naughton & Tierman 2012)

Naughton ja Tierman (2012) mukaan yksilöllisen kunnossapitokonseptin kehittäminen ei ole helppoa vaan siinä esiintyy monimutkaisuutta ja vaikeuksia. Vaikeudet aiheutuvat seuraavista syistä:

- Kehittäminen aiheuttaa kustannuksia
- johdon tuki on puutteellista
- muutos aiheuttaa pelkoa
- tuotantolaitokseen / prosessiin liittyvä tietotaito on puutteellista
- tuotantolaitokseen / prosessiin liittyvän tietotaidon kunnioitus on puutteellista
- protektionismi liittyen kokemuseräiseen tietoon (pelko oma työn puolesta)
- skeptisyys koko projektia ja sen hyötyjä kohtaan.

Pk-yrityksen näkökulmasta katsottuna kokonaisvaltaisen johtamismallin, kuten TPM tai RCM, implementointi on erityisen haastavaa. Kirjallisuudessa on esitetty useita pk-yritysten kokemia rajoitteita koskien kunnossapidon johtamista. Jain et al (2016) sekä Shamsuddin et al. (2004, Burhanuddin et al. 2011 mukaan) ovat osoittaneet eri tekijöitä, jotka vaikeuttavat tai rajoittavat pk-yrityksen kunnossapidon johtamista. Heidän mukaansa näitä tekijöitä ovat esimerkiksi:

- Ymmärryksen puute erilaisiin parannuksiin liittyen
- Kunnossapito on yleensä reaktiivista rikkoutumiseen perustuvaa eikä ehkäisevää
- Tukea antamaton organisaatorakenne
- Työvoiman alhainen tieto- / taitotaso
- Operattoreiden alhainen tekninen tietämys käytettävästä laitteesta
- Erityisosaamisen puute

- Laitteiden vanhentuminen
- Laitteiden huolto alhaisella tasolla
- Henkilöresurssien puute
- Omien koulutusmahdollisuuksien puute
- Pitkän aikavälin vision ja suunnitelmien puute
- Nykyaikaisten tekniikoiden rajoittunut käyttö
- Tekniikan roolin ymmärtäminen puutteellista
- Ei aikaa ajatella ja uudelleensuunnittelu liian kallista
- Rajoitetut resurssit, kuten rahoitus, aika ja markkinointitieto

Myös Baglee & Knowles (2010) ovat tutkineet pk-yritysten kokemia rajoituksia liittyen TPM tai RCM –mallien käyttöönottoon. Tutkimuksen mukaan käyttöönoton esteenä ovat kustannukset, sen vaatima aika, puutteellinen henkilökunnan osaaminen ja johdon tietämättömyys kunnossapidon mahdollisuuksista ja vaikutuksista tuotantoon. He myös toteavat, että pienen yrityksen saamat hyödyt ei välttämättä riitä kattamaan kehitystyön aiheuttamia kustannuksia. Tutkimuksen pohjalta he ovat luoneet oman mallinsa nimeltään Advanced Integrated Maintenance Management Systems (AIMMS). AIMMS malliin on sisällytetty ne osa-alueet TPM ja RCM –malleista, jotka tuovat lisäarvoa pk-yrityksen kunnossapidolle ja edellä mainittujen rajoitusten perusteella on karsittu ”turhat” osa-alueet pois. AIMMS -malliin sisällytetyt TPM -pilarit sekä RCM -kysymykset, ovat esitetty kuvassa 11.

AIMMS	<u>Vaaditut TPM elementit</u> <ul style="list-style-type: none"> - Käyttäjäkeskeinen kunnossapito - Suunniteltu kunnossapito - Laitteiden kokonaistehokkuuden parantaminen (OEE)
	<u>Vaaditut RCM elementit</u> <ul style="list-style-type: none"> - Mitkä ovat laitteen toiminnot? - Mitä tapahtuu kun laite rikkoutuu? - Mitä tapahtuu kunkin vikaantumisen yhteydessä?

Kuva 11. AIMMS -malliin liittyvät TPM ja RCM -elementit (Mukailtu lähteestä Baglee & Knowles 2010)

2.7 Kunnossapidon mittaaminen

Kunnossapidon suorituskyvyn mittaus voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen: mittariston suunnittelu, käyttöönotto, ja mittaustulosten hyväksikäyttö. Hyväksikäytöllä tarkoitetaan että, tuloksia tulee käyttää analyysihin ja toiminnan arvioimiseen (Pun & White, 1996 Parida & Kumar 2006 mukaan). Tässä tutkimuksessa keskitytään lähinnä mittariston suunnitteluun sekä sivutaan käyttöönottoa.

2.7.1 Mittaamisen taustaa ja perusteita

Suorituskyvyn mittaaminen on keskeinen osa hyvää liikkeenjohtoa. Suorituskyvyn mittaaminen määritellään prosessiksi, jonka tarkoituksena on selvittää tai määrittää liiketoiminnallisen toiminnan tila tunnusluvun avulla (Lönnqvist & Mettänen 2003, s.11). Sen avulla voidaan oppia menneisyydestä, arvioida nykyhetken tilannetta ja suunnitella tulevaisuuden tavoitteita. Johtamiseen kuuluu oleellisesti tavoitteiden saavuttaminen ja toimintakyvyn parantaminen. Jos toimintaa halutaan hallita, sitä pitää pystyä myös mittaamaan. Hyvä sanonta kuuluu: *Voit johtaa sitä, mitä voit mitata* eli toisin sanoen et voi johtaa jos et voi mitata (Tonchia & Quagini 2010).

Suorituskyvyn mittaamisen perimmäisenä tarkoituksena voidaan nähdä tiedon tuottaminen. Mittareilla tuodaan taloudellista ja ei-taloudellista tietoa johtajille, jotta he voisivat tehdä parempia päätöksiä. Organisaatiot tuottavat suuren määrän dataa, joista mittareiden avulla voidaan saada oleellisin tieto esille. Näin ollen tärkein syy toiminnan ja suoritusten mittaamiselle on faktaperusteinen päätöksenteko. Mittaamalla saadaan oikeaa tietoa toiminnasta, eikä päätöksiä tarvitse tehdä intuition ja arvausten perusteella. (Simons 2014, s.12-13,71)

Yhden näkemyksen mukaan suoritusten mittaamiselle on neljä eri tarkoitusta. Yhtenä tarkoituksena on suoritusten valvonta / seuranta. Se voidaan nähdä palautejärjestelmänä, joka kertoo miten yrityksellä menee. Valvonta tarkoittaa tavoitteiden ja suoritusten vertailua, jonka perusteella toimintaa voidaan tarvittaessa muuttaa. Toiseksi tarkoitus on kohdistaa huomio oleellisiin asioihin. Mittaamalla kriittisiä menestystekijöitä ja epävarmuuksia saadaan koko organisaation huomio kohdistumaan oleellisiin asioihin. Kolmanneksi syyksi suoritusten mittaamiselle on esitetty strategista päätöksentekoa. Yrityksillä on lukemattomia mahdollisuuksia mihin kohdistaa resurssinsa. Jotta strategiset päätökset olisivat rationaalisia, niiden tulisi perustua tietoon. Neljäs ja viimeinen tarkoitus on päätösten oikeutus. Epävarmoissa olosuhteissa tehty päätös voidaan jälkeenpäin mittaamalla todeta olleen oikea (tai väärä). Tällä viitataan myös nykyhetken päätöksiin, joita voidaan perustella mittaamalla saadulla tiedolla. (Henri 2006)

Yritysten ja muiden organisaatioiden mittaamisen historiassa käännekohtana voidaan pitää 1990 -luvun alkupuolta. Silloin kehitettiin useita uusia viitekehyksiä sekä malleja ja tieteellisissä julkaisuissa puhuttiin mittaamisen vallankumouksesta. Perinteiset mittarit

saivat kritiikkiä usealta taholta, koska ne keskittyivät vain taloudellisiin näkökulmiin. Taloudelliset mittarit perustuivat historiaan ja ne katsoivat vain taaksepäin, eikä niillä ollut kykyä ennustaa tulevaa. Ne soveltuivat myös huonosti yrityksen aineettoman pääoman, kuten osaamisen, motivaation, prosessien tehokkuuden ja asiakassuhteiden mittaamiseen. Kritiikin pohjalta syntyi useita merkittäviä mittaristomalleja, joista ainakin Kaplanin ja Nortonin vuonna 1992 kehittämä Balanced Scorecard (BSC, tasapainotettu tuloskortti) on vakiinnuttanut asemansa moniulotteisena seurantajärjestelmänä. (Malmi et al. 2006, s.9, 16-17; Nudurupati et al. 2011; Henri 2006; Parida et al. 2015)

BCS:n ajatuksena on moniulotteinen ja tasapainoinen mittaristo, jonka avulla yritys pystyy määrittelemään nykyisen sijaintinsa sekä tulevaisuuden suunnan. Selkeästi se kohdistui sen aikaista yksipuolista ja lyhyen tähtäimen taloudellista seurantaa vastaan. BSC koostuu neljästä eri näkökulmasta, jonka avulla pyritään ennakoimaan tulevia muutoksia. Mittareissa käytettävät näkökulmat ovat asiakas-, tehokkuus-, oppimis- ja taloudellinen näkökulma. Taloudellisen näkökulman tavoitteena on mitata niitä asioita, joista omistajat ovat kiinnostuneet. Taloudellisilla mittareilla on kaksi eri roolia, ne kuvaavat strategian onnistumista ja toisaalta ne määrittävät ne tavoitteet joihin strategialla pyritään. Asiakasnäkökulma huomioi, miten yritys on onnistunut asiakasrajapinnassa. Mittareina käytetään esimerkiksi asiakastytyväisyyttä tai markkinaosuutta. Sisäisen prosessin näkökulmassa mitataan niitä prosesseja, joilla on selkeä vaikutus taloudellisen ja asiakasnäkökulman tavoitteiden saavuttamiseen. Oppimisnäkökulman avulla pyritään korostamaan kehittymisen tärkeyttä, koska nykyinen osaaminen ei tulevaisuudessa tule riittämään. (Malmi et al. 2006, s.23-29)

Nykyaikaiset mittaristot, kuten BSC, pyrkivät linkittämään mittariston strategiaan. Kaplan ja Norton ovatkin 2000 -luvulla korostaneet mittariston käyttöä strategisena johtamisvälineenä. Tämä voidaan toteuttaa yksinkertaisesti valitsemalla mittarit niin, että ne ovat yhteydessä visioon ja strategiaan, ja niillä on syy-seuraussuhde. Mittarit siis mittaavat strategisia tavoitteita ja niitä tekijöitä, jotka vaikuttavat tavoitteiden saavuttamiseen. (Malmi et al. 2006, s.19-20). Mitattavia asioita voidaan kutsua menestystekijöiksi. Jokaisessa yrityksessä voidaan tunnistaa sen tavoitteiden ja strategian onnistumisen kannalta keskeisiä asioita eli menestystekijöitä. Liiketoiminnan kannalta tärkeimpiä avainalueita voidaan kutsua kriittisiksi menestystekijöiksi. Menestystekijöiden tunnistaminen on tärkeää, jotta mittareilla mitataan oikeita asioita. (Lönnqvist & Mettänen 2003, s.23-24)

Pk-yritysten näkökulmasta katsottuna suorituskyvyn mittaamisessa on todettu olevan haasteita. Haasteita mittariston suunnitteluun ja käyttöönottoon pk-yrityksille aiheuttaa esimerkiksi seuraavat asiat:

- pk-yrityksiä on hankala saada osallistumaan suorituskyvyn mittaushankkeeseen
- pk-yritykset eivät käytä suorituskyvyn mittaamisen yleistä mallia / viitekehystä, tai sitä käytetään väärin

- monet yritykset ottavat käyttöön vain osittain yleisen mallin, toiset puolestaan muuttavat mallia miettimättä seurauksia
- yleinen malli on otettu käyttöön, mutta se ei todellisuudessa sovellu pk-yritykselle
- pk-yritykseltä puuttuu kokonaisvaltainen lähestymistapa suorituskyvyn mittaukselle (Garengo et al 2005, Pekkola et al. 2016 mukaan).

Pekkola et al. (2016) ovat tutkineet suorituskyvyn mittaamista pk-yritysten turbulenttisessa ympäristössä. He toteavat, että olemassa olevat viitekehykset ja mallit ovat suunniteltu liian pitkällä tähtäimellä pk-yritykselle. Heidän mukaansa ne ovat myös liian monitasoisia ja aikaavieviä. He ovatkin ehdottaneet kaksitasoista joustavaa mallia pk-yritysten käyttöön. Kaksi tasoa koostuu taloutta painottavasta ydinmittarista, sekä tukimittareista.

Mittarit ovat erinomainen johtamisen väline, kuten edellä on jo esitetty. Pitää kuitenkin miettiä tarkkaan mitä tulisi mitata, millä mittarilla ja kuinka monella mittarilla. Laine (2010) painottaa, että jokaisen yrityksen on luotava oma mittaristonsa perustuen strategiaan, toimintamalliin ja kilpailuympäristöön. Aina tulisi mitata rinnakkain taloudellisia ja toiminnallisia mittareita. Hän myös muistuttaa, että mittareiden tulee mitata sitä, miten hyvin organisaatio saavuttaa sille asetettuja tavoitteita. Laine neuvoo edelleen, että yhdelle henkilölle tulisi näyttää vain ne mittaustulokset, jotka kuvaavat hänen omaan työhönsä liittyviä asioita. Henkilölle asetettu mittari tulisi siis olla sellainen johon hän itse pystyy työllään vaikuttamaan. Laine (2010) jatkaa, että noin viisi mittaria henkilöä kohden on sopiva määrä.

Hyvän mittarin ominaisuuksia voidaan arvioida eri tavoilla. Lönnqvistin ja Mettäsén (2003) mukaan hyvän mittarin tulee täyttää mahdollisimman hyvin seuraavia mittauksen teoriaan perustuvia kriteereitä:

- *Validiteetti* kuvaa mittarin kykyä mitata sitä asiaa, jota on tarkoitus mitata.
- *Reliabiliteetti* kuvaa mittarin arvon satunnaisvirhettä. Kun mittari on reli-aabeli, sen tulokset eivät vaihtelee satunnaisesti, vaan ne ovat johdonmukaisia.
- *Relevanssi* kuvaa sitä, onko mittari olennainen käyttäjälleen
- *Käytännöllisyys* kuvaa mittarin kustannustehokkuutta eli se kertoo onko mittarista saatava hyöty riittävä sen aiheuttamaan vaivannäköön nähden.

Parida & Kumar (2006) kertovat, että yksi yleisesti käytetty menetelmä mittarin arvioimiseen on SMART-testi. Sen avulla voidaan helposti arvioida mittarin laatua eli sen sopivuutta mittaristoon. SMART tulee sanoista:

- **Specific** - selkeä ja helposti tulkittavissa. Välttää väärinymmärryksen mahdollisuutta.

- Measurable – mitattava, eli voidaan esittää määrällisesti ja verrata muuhun dataan. Pitäisi pystyä käyttämään mielekkäästi tilastollisessa analyysissä.
- Attainable – saavutettavissa oleva sekä järkevä ja uskottava.
- Realistic – Realistinen. Ottaa huomioon organisaation rajoitteet ja on kustannustehokas.
- Timely – Ajoissa, eli mittari ajallisesti saatavissa silloin kun tarvitaan.

Suorituskyvyn mittaamisesta on esitetty myös kriittisiä näkökulmia. On sanottu, että yritystä on mahdollista johtaa suorituskykyisesti ilman että suorituskykyä mitataan. Mittaaminen koetaan kontrollointina, joka itsessään ei johda mihinkään, vaan yrityksen pitää oppia suorittamaan mittaamisen avulla tai ilman. Tietynlaisessa kontekstissa suorituskyvyn mittaaminen voi johtaa vääränlaiseen käytökseen ja tehokkuuden laskuun. Mittaaminen voi luoda kontrolloivan ja käskyttävän ilmapiirin, ja sen myötä aiheuttaa erilaisia piilokuluja. On myös pidetty epäselvänä saako pk-yritys hyötyä suorituskyvyn mittaamisesta. (Bititci et al. 2012)

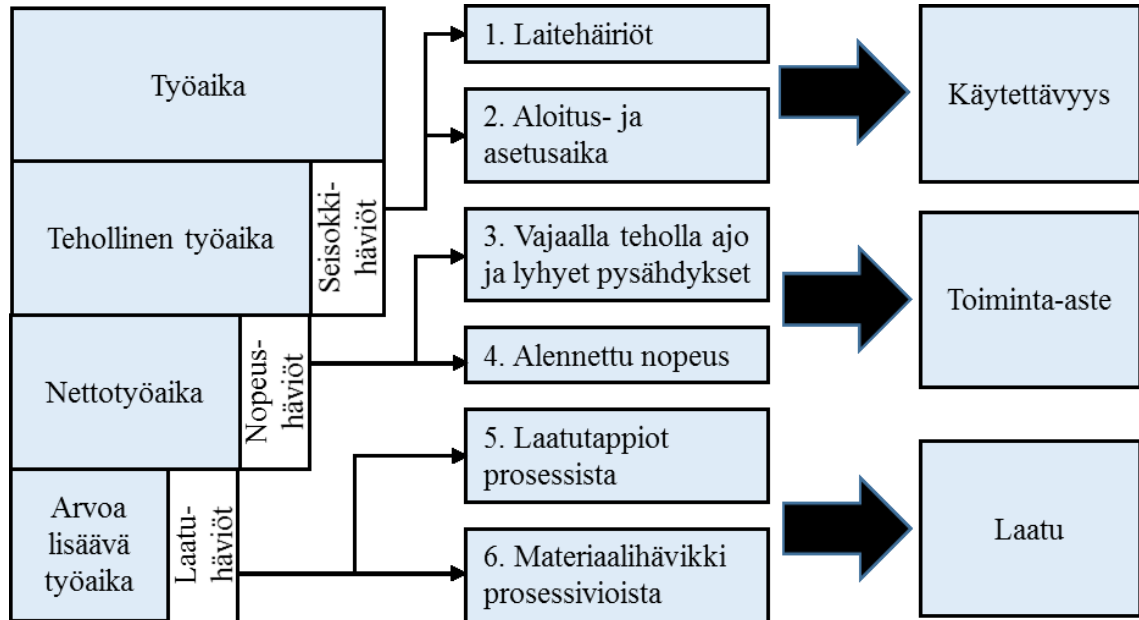
2.7.2 Tuotannon kokonaistehokkuus

Korkea tuottavuus on varmasti jokaisen prosessiteollisuuden tuotantolaitoksen tavoitteena. Korkeaan tuottavuuteen pyrittäessä tuotannon kokonaistehokkuuden parantaminen on avainasemassa (Laine 2010, s.240). Sitä voidaan pitää yhtenä kunnossapidon tärkeimpänä tavoitteena (PSK 6201). Tuotannon kokonaistehokkuuden mittari muodostuu kolmesta osatekijästä, jotka ovat käytettävyys, toiminta-aste (nopeus) ja laatu. Näistä osatekijöistä muodostuu suomenkielinen lyhenne KNL. Englanninkielinen nimitys tuotannon kokonaistehokkuudelle on Overall Equipment Effectiveness (OEE). Nakajima esitteli OEE -laskennan ensimmäisen kerran kirjassaan Introduction to Total Productive Maintenance vuonna 1988 (Nakajima 1988, Parikh & Mahamuni 2015 mukaan). Laskenta on alun perin TPM -konseptin työkalu tuottavuuden mittaamiselle ja Nakajima piti sitä koko TPM -konseptin yhtenä avaintekijänä. Nykyään OEE on hyvin suosittu TPM -konseptin ulkopuolellakin ja sitä pidetään tärkeimpänä yksittäisenä mittarina tuottavuuden parantamiselle (Ylipää et al. 2017). Kokonaistehokkuuden laskentatapa on esitetty kaavassa (1) (Ylipää et al. 2017; Ahuja & Khamba 2008; Parikh & Mahamuni 2015).

$$OEE = Käytettävyys * Nopeus * Laatu \quad (1)$$

Kuvassa 12 on esitetty tarkemmin OEE:n laskentaperiaatteet. Siitä on nähtävissä, että laskenta perustuu tuotantoprosessin kuuteen hävikkiin, joita TPM -toiminnalla pyritään pienentämään. Kuten sanottu, tuotannon kokonaistehokkuus on yksi TPM:n perusmitta-
reista ja työkaluista. Kuvassa näkyvät hävikit kokonaisuudessaan edustavat tuotannon kokonaistehokkuuden kasvupotentiaalia. Käytettävyyteen vaikuttaa suunnitellut huolto-
seisokit sekä laitteiden vika-ajat. Kunnossapidon vaikutus näkyy selkeimmin tällä osatekijällä. Toiminta-asteeseen pystytään vaikuttamaan pienentämällä tuotannon aloitus ja

asetusaikoja. Myös pienillä pysähdyksillä voi olla suuri vaikutus pitkällä aikajänteellä. Laatukertoimeen vaikuttavat hävikit muodostuvat prosessivikojen aiheuttamista laatutappioista ja materiaalihävikistä. (Ahuja & Khamba 2008; Parikh & Mahamuni 2015; Laine 2010).



Kuva 12. OEE:n laskenta perustuen kuuteen hävikkiin (Mukailtu lähteestä Ahuja & Khamba 2008; Parikh & Mahamuni 2015; Laine 2010)

Käytettävyys kertoo, kuinka suuri osa käytettävissä olevasta työajasta on pystytty todellisuudessa hyödyntämään. Teorettinen laskentakaava on esitetty kaavassa (2). Nopeus eli toiminta-aste kertoo, kuinka tehokasta tuotantotoiminta on ollut. Toiminta-asteen laskenta on esitetty kaavassa (3), se lasketaan usein tuotantomääränä. Laskennan perusteena on todellinen tehokkuus verrattuna teorettiseen huipputehoon. Viimeisenä oleva laatu kerroin lasketaan kaavan (4) osoittamalla tavalla. Laatu kerroin ilmoittaa kuinka suuri osa tuotetuista tuotteista voidaan toimittaa markkinoille. Eli laadullisesti puutteellisten tuotteiden osuus vähennetään kokonaistuotannosta. (Järviö 2012, s.59)

$$\text{Käytettävyys} = \frac{\text{Työaika} - \text{seisokkikikkeaika}}{\text{Työaika}} \quad (2)$$

$$\text{Toiminta - aste} = \frac{\text{Tuotanto}}{\text{Nimellistuotantokyky} \times \text{käyttöaika}} \quad (3)$$

$$\text{Laatu} = \frac{\text{Tuotanto} - \text{hylätty tuotanto}}{\text{Tuotanto}} \quad (4)$$

Käytännössä OEE:n laskemiseen vaikuttaa aina kohteena olevan prosessin erityispiirteet. Ylipää et al. (2017) kertovat, että laskentatapaan on teollisuudessa käytössä useita vari-

aatioita. Laskennan sovellukset vaihtelevat yrityksittäin. Laineen (2010) mukaan laskentaan vaikuttaa myös käytettävissä olevat tiedonkeruumenetelmät ja analysointimahdollisuudet. Laskenta vaikeutuu erityisesti jos tuotantosarjat ovat lyhyitä, tuotevaihtoja on paljon tai tuotteiden läpäisykyky prosessissa vaihtelee. Laskenta vaikeutuu myös silloin kun raaka-aineen laatu vaikuttaa tuotannon ajonopeuteen ja siinä esiintyy paljon variaatioita. Tuleekin muistaa, että absoluuttisesti oikeiden lukujen laskeminen ei ole pääasia, vaan oleellista on nähdä toiminnan kehitys pidemmällä aikavälillä. Tämän vuoksi OEE pitää laskea aina samalla tavalla, vaikka se perustuisikin epätarkkoihin keskiarvoihin. (Laine 2010, s.240-242).

Tuottavuuden eli kokonaistehokkuuden paraneminen tarkoittaa käytännössä sitä, että samoilla koneilla ja raaka-aineilla saadaan samassa ajassa enemmän myytävää tuotantoa aikaiseksi. Suurin hyöty tehokkuuden paranemisesta saadaankin silloin kun yritys toimii kasvavassa markkinassa ja tarvitsee lisäkapasiteettia. Parantamalla kokonaistehokkuutta yritys saa lisäkapasiteettia ilman investointeja. Vaikka lisäkapasiteettia ei pystyttäisi myymään, voidaan tuottavuuden paranemisella vaikuttaa palkkakustannuksiin. Kun vähemmällä työmäärällä saadaan enemmän aikaiseksi, voidaan vuoroja tai ylitöitä vähentää. (Laine 2010, s.28)

Ahuja ja Khamba (2008) kokoavat yhteen OEE -mittarin etuja ja käyttöä. Heidän mukaansa mittari tarjoaa hyvän tilastollisen muuttujan, kun kunnossapidon mittaus halutaan yhdistää strategiaan. OEE -mittaria voidaan käyttää prosessin luotettavuuden mittarina ja sillä voidaan varmistaa tuottavuuden jatkuva parantaminen. Mittarin osatekijöiden tarkempi analysointi voi paljastaa tuotannon suurimmat menestyksen esteet. Juurisyiden ja ongelmien tutkiminen monialaisen asiantuntijatiimin kanssa antaa parhaimman tuloksen. Odotetun ja mitatun OEE -arvon eroavaisuus voi kiinnittää tuotanto-organisaation huomion kunnossapidollisiin asioihin ja edesauttaa jatkuvaa parantamista. Sherwin (2009) muistuttaa, että OEE ei ole täydellinen mittari tuotantolaitteen tai prosessin analysointiin, sillä se ei ota huomioon tuottoja ja kustannuksia.

2.7.3 Kunnossapidon mittaristo

Kunnossapidon mittareita on olemassa suuri määrä. Esimerkiksi prosessiteollisuuden kunnossapidon mittareita on esitetty standardissa PSK 7501. Kaikkia mittareita ei tietenkään tule käyttää, vaan yrityksen pitää valita omaan tilanteeseensa sopivimmat mittarit, jotka ovat yhteydessä yrityksen käynnissäpidon strategiaan. Kunnossapidon mittariston rakenteesta ja käytettävistä mittareista on useita erilaisia näkemyksiä alan kirjallisuudessa. Niissä puhutaan mittarihierarkiasta ja mittareiden kategorioista. Tässä luvussa on eritelty muutamia näkemyksiä siitä, minkälaisia mittareita mittariston tulisi sisältää. Yhteinen tekijä niille on mittariston moniulotteisuus, eli mitataan asiaa useasta eri näkökulmasta.

Parida ja Kumar (2006) esittävät, että kunnossapidon mittariston tulisi mitata niin sisäistä kuin ulkoista tehokkuutta. Heidän mukaansa perinteisesti yritykset keskittyvät mittaamaan vain sisäistä tuotannon tehokkuutta esimerkiksi OEE:n avulla. Se ei kuitenkaan kerro, kuinka kunnossapito on edesauttanut yritystä saavuttaman liiketoiminnalliset tavoitteet. Ulkoiset mittarit, kuten asiakastyytyväisyys ja toimitusaikojen pitävyys mittaavat asioita joilla on pitkän ajan vaikutus yrityksen kannattavuuteen.

Coetzee (1997, Parida et al. 2015 mukaan) esittää, että mittaristo tulee jakaa neljään eri kategoriaan. Kategoriat ja niihin liittyvät mittariesimerkit on esitetty Taulukko 2. Campbell (1995, Parida et al. 2015 mukaan) puolestaan jakaisi mittarit kolmeen eri kategoriaan, jotka ovat: laitteen suorituskyky, kustannustehokkuus ja prosessin suorituskyky.

Taulukko 2. Kunnossapidon mittariston kategoriat (Coetzee 1997, Parida et al. 2015 mukaan)

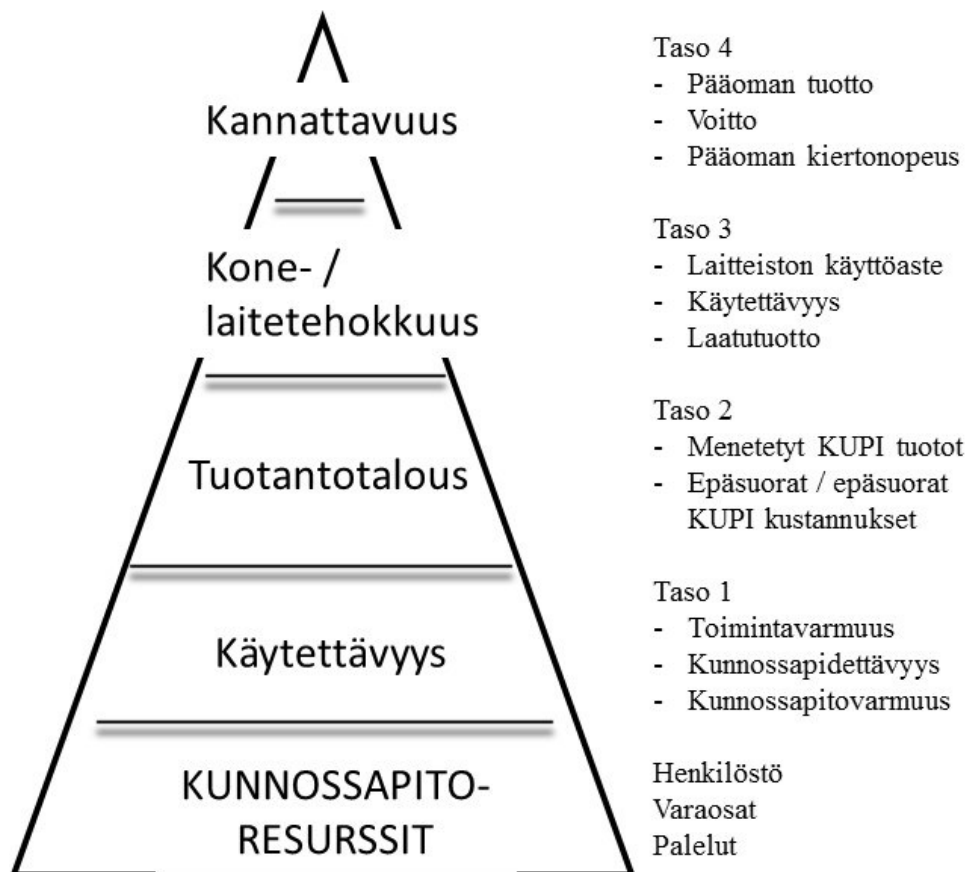
Kategoria	Mittariesimerkkejä
Kunnossapidon tulos	käytettävyys/saatavuus, MTTF, MTTR, tuottavuusaste
Kunnossapidon tuottavuus	työvoiman käyttöaste, työvoiman tehokkuus, kunnossapidon kustannukset suhteessa tuotannon kokonaiskustannuksiin
Kunnossapidon tarkoituksenmukaisuus	Häiriötaajuus, häiriöiden vakavuus, kunnossapidon liikevaihto, aikataulujen pitävyys, töiden ruuhkautuminen
Kunnossapitokustannusten oikeutus	Kunnossapitokustannukset / tuotettu yksikkö, varaston kiertonopeus, kunnossapitokustannukset / jälleenhankinta-arvo

Laineen (2010, s.244) mukaan mittariston tulisi olla hierarkkinen, niin että se mittaa yksittäisiä tärkeitä toimintoja, sekä koko organisaation menestymisen kannalta tärkeitä asioita. Mittareiden hierarkia muistuttaa hierarkkista organisaatorakennetta. Myös Parida ja Kumar (2006) viittaavat hierarkkiseen mittaristoon. Heidän mukaansa prosessiteollisuudessa mittaristo tulisi koostua ainakin kolmen eri tason mittareista. Kolme hierarkiatasoa ovat tehdas, prosessiyksikkö ja komponenttitaso. Laine puolestaan jakaa mittarihierarkian neljälle eri tasolle. Laineen hierarkkinen mittaristo on esitetty kuvassa 13.

Laineen (2010, s.244-252) hierarkkisen mittariston ensimmäiselle tasolle kuuluu kunnossapidon resurssit sekä käytettävyyden mittaaminen. Kunnossapidon henkilöstön osalta yrityksissä seurataan usein vain kokonaiskustannuksia. Tulisi kuitenkin tietää tarkemmin paljonko työkustannuksia on käytetty tietyn koneen korjaamiseen. Tulisi myös tietää miten suunniteltujen ja suunnittelemattomien kunnossapitotöiden suhde jakaantuu. Sitä pidetään yhtenä tärkeimpänä kunnossapidon mittareista. Käytettävyys kertoo kunnossapi-

don tehokkuudesta. Sitä voidaan mitata esimerkiksi seisokkiaikana. On tärkeää pitää kirjaa pienemmistäkin häiriötekijöistä ja lyhyistä prosessivioista. Pitkällä aikavälillä niistä voi muodostua merkittävä määrä menetettyä tuotantoaika.

Kunnossapitomittariston toisella tasolla mitataan menetettyjä tuottoja, sekä kunnossapidon suoria ja epäsuoria kustannuksia. On hyvin yleistä, että kunnossapidon kustannuksista lasketaan vain suorat kustannukset. Suoria kustannuksia aiheuttavat kaikki tuotantolaitteiden toimintakunnon ylläpitämiseen kohdennetut resurssit, kuten työ, materiaali, ostetut palvelut ja pääomakustannukset. Menetettyjen tuottojen ja epäsuorien kustannusten laskeminen on haastavaa ja epämääräistä. Menetettyjä tuottoja aiheuttavat häiriöseisokkien lisäksi esimerkiksi kunnossapidosta johtuvat laatuongelmat. Laatuongelmat voivat johtaa heikentyneeseen myyntiin. Epäsuoria kustannuksia aiheuttavat tuotteiden puskurivarastot ja laitteiden kahdennukset. Kustannuksia voi aiheuttaa myös hylkytuotteet ja tuotannon ylityöt.



Kuva 13. Mittariston hierarkia ja organisaation tasot (Mukailtu lähteestä Laine 2010)

Laineen (2010, s.244-252) esittämän hierarkian kolmannella tasolla ovat OEE:n tulosta laskevat tekijät. Mittareita voi luoda laskennan jokaiselle osa-alueelle. Käytettävyyden mittareina voi olla esimerkiksi suunnitellut seisokit tai suunniteltu käyttämättömyysaika, ja suunnitellut (ja/tai suunnittelemattomat) seisokit syittäin ja laitepaikoittain. Nopeutta

mitattaessa tulee huomioida muun muassa pienetkin katkokset, prosessiautomaation häiriöt, raaka-aineesta johtuvat nopeushäviöt ja asetusajat. Laatuvirheitä mitattaessa periaate tulee olla se, että määritellään laatua alentavat syyt ja mittarit rakennetaan syykohtaisesti.

Neljännellä ja viimeisellä tasolla mitataan yrityksen liiketoiminnan kannattavuutta kokonaisuutena. Tätä voisi verrata Paridan ja Kumarin (2006) esittämiin ulkoisiin mittareihin. Kokonaisuutta tarkasteltaessa huomio kiinnittyy siihen, miten kunnossapito vaikuttaa yrityksen taloudelliseen tulokseen. Kyse on yritystalouden tuottojen ja kustannusten analysoinnista, johon on olemassa useita työkaluja. Kunnossapidosta puhuttaessa keskitytään yleensä vain kustannuspuoleen, koska tuotot muodostuvat epäsuorasti ja niitä on vaikea mitata. On tärkeä ymmärtää syy- ja seuraussuhteet kunnossapidon ja yrityksen tuloksen välillä. Laine (2010, s.244-252) esittää neljännen tason mittareiksi esimerkiksi kannattavuutta, pääomankiertonopeutta ja voittomarginaalia.

Kunnossapidon mittariston hyvän suunnittelun lisäksi tulee kiinnittää huomiota myös sen käyttöönottoon. Käyttöönottoon liittyen on olemassa muutamia kompastuskiviä, joita on eritelty alla olevassa listassa (Bourne et al. 2003, Parida et al. 2015 mukaan).

- Johtajuuden puute ja muutosvastarinta
- Visio ja missio eivät ole toimivia, jos oleellisten mittareiden määrittäminen on hankalaa
- Strategiaa ei ole pystytty linkittämään yksittäisten osastoiden tai henkilöiden suoritukseen
- Tavoitteet ovat kompromisseja, eikä omistajien vaatimuksia
- Täydellisyyden tavoittelu heikentää onnistumista
- Liian suuri mittareiden määrä heikentää kokonaisvaikutusta
- Mittarit on huonosti määritelty
- Datan keruu vaatii pitkälle kehittyneen informaatiojärjestelmän
- Mittaustulosten seuraukset
- Käyttöönotto vaatii aikaa ja rahaa.

2.8 Teoriaosuuden yhteenveto

Kunnossapitoa on aikanaan pidetty välttämättömänä pahana, toimintona joka on pakko tehdä kustannuksista huolimatta. Kuluvan vuosituhaten käsitys on kuitenkin muuttunut. Nykyään kunnossapitoa pidetään oleellisena osana yrityksen toimintaa ja ymmärretään että se voi olla lisäarvoa tuottava toiminto.

Kunnossapidon jaottelu eri lajeiksi antaa hyvän perustan kunnossapidon tarkastelemiselle. Se antaa käsityksen erilaisista kunnossapidon töistä ja niiden tarkoituksesta. Jaotteen perustana voi olla korjaava ja ehkäisevä kunnossapito. Korjaava voidaan jakaa vielä välittömään ja siirrettyyn. Välittömät korjaustarpeet ovat tuotannon kannalta pahimpia,

koska ne pysäyttävät tuotannon. Ehkäisevä kunnossapito voi olla laitteen kuntoon perustuvaa tai aikataulutettua. Nykyään pyritään yhä seuraamaan laitteen kuntoa ja suorittamaan kunnossapitotöitä sen perusteella. Kunnossapitoa aiheuttavat viat syntyvät usein pitkän ajan seurauksena ja syitä niihin on useita. Vika voi johtua esimerkiksi komponentin kulumisesta, voitelun puutteesta, likaantumisesta, asennusvirheestä tai käyttäjän puutteellisesta osaamisesta.

Kunnossapidon tehokas johtaminen vaatii ymmärrystä kunnossapidon ja yrityksen talouden yhteydestä. Laitteiden tehokas käyttö ja tuotannon häiriöiden minimointi lisäävät tuottavuutta, joka vaikuttaa positiivisesti yrityksen kannattavuuteen. Toinen tärkeä asia on ymmärtää suorien kunnossapitokustannuksien lisäksi myös epäsuorien kustannusten merkitys. Yrityksissä seurataan helposti vain suoria kustannuksia, kuten työvoimaa ja muita vaadittuja resursseja, mutta epäsuorat jäävät huomiotta koska ne eivät näy kirjanpidossa. Epäsuorat kustannukset ja menetetyt tuotot ovat usein suuremmat kuin suorat kustannukset. Niitä ei kuitenkaan normaalisti tunnisteta, koska ne eivät näy kirjanpidossa. Kunnossapidon epäsuorilla kustannuksilla tarkoitetaan kustannuksia joihin kunnossapito vaikuttaa, mutta ne ilmenevät muualla, kuten tuotannon hylkytuotteena. Myös uudelleen tekeminen, turhat varastot, ylimitoitettu käyttöomaisuus, ylityöt ja hallitsematon resursien käyttö voidaan laskea kunnossapidon epäsuoriin kustannuksiin.

Kunnossapidon johtamiselle on kehitetty erilaisia johtamismalleja, kuten TPM ja RCM. Mallien käytöstä on esitetty niin hyviä kuin huonompiakin arvioita. Crespo & Gupta (2006) ovat luoneet kunnossapidon prosessimallin, joka esittelee kunnossapidon johtamisen yleisluontoisia aktiviteetteja kunnossapidon suunnittelusta toteutukseen ja toiminnan arviointiin sekä kehittämiseen. Prosessimalli antaa hyvän pohjan kunnossapidon toiminnalle ja sen johtamiselle. Prosessimallin tueksi Crespo ja Gupta (2006) esittävät kunnossapidon johtamisen viitekehysten, joka koostuu yksinkertaisesti kolmesta eri pilarista: Informaatioteknologia, kunnossapidon tekniset menetelmät ja kunnossapidon organisatoriset menetelmät. Viitekehys pyrkii tarjoamaan teknologian prosessin suorittamiselle ja sen tarkoitus on mahdollistaa kunnossapidon tehokas toteuttaminen ja jatkuva kehittäminen. Yksittäisenä johtamismallina TPM on osoitettu olevan erittäin tehokas. Se perustuu häiriöiden eliminointiin, laitteiden kokonaistehokkuuden parantamiseen ja käyttöhenkilöstön autonomiseen kunnossapitoon. TPM on sovellettavissa myös pk-yrityksen tarpeisiin ja resursseihin.

Kunnossapidon jatkuva kehittäminen vaatii toiminnan mittaamista, jotta suorituskykyä voidaan arvioida ja parantaa. Mittareita on olemassa suuri määrä. Onkin oleellista valita käytettävät mittarit niin, että ne linkittyvät yrityksen ja sen kunnossapidon strategiaan. Kunnossapidon mittaristo tulee rakentaa aina tilanteen ja toimintaympäristön mukaan. Kirjallisuudessa painotetaan, että mittaristoin tulee olla moniulotteinen eli mitata asioita monesta eri näkökulmasta. Hyvä esimerkki on Laineen (2010) hierarkkinen mittaristo, joka rakentuu neljästä tasosta. Ylimmällä tasolla mitataan yrityksen koko liiketoiminnan

kannattavuutta, seuraavalla keskitytään laitteiden tehokkuuteen jota seuraa kunnossapidon kustannuksia seuraavat mittarit. Alimmalle tasolle kuuluu kunnossapidon resurssien ja käytettävyyden mittaaminen.

3. AINEISTO JA MENETELMÄT

3.1 Westpak Oy Ab:n prosessi ja kunnossapito-organisaatio

Westpak Oy Ab:n tuotantoprosessin oleellisimpiin laitteisiin kuuluu kaksi asemointikoneetta, kaksi flexopainokoneetta, laminointikone ja kolme pituusleikkuria. Normaalin työnkulun mukaisessa prosessissa ensimmäinen työvaihe on asemointi, jossa painopintoina toimivat painolaatat kiinnitetään painoholkeille. Tämän jälkeen holkit voidaan asettaa painokoneelle. Flexopaino on rotaatiopainamista ja se perustuu kohopainomenetelmään. Sen peruseriaate on, että joustavalle painolaatalle annostellaan väriä erillisellä annostelu- eli anilox telalla ja väri tarttuu painolaatan kohokuvioon. Laatan kohokuvio siirtää värin painettavalle pinnalle, joka kohdeyrityksen tapauksessa on muovikalvo, ja muodostaa halutunlaisen painojäljen. Painosta tullut rulla menee seuraavaksi laminointiin, jossa painettu kalvo laminoidaan eli liimataan yhteen toisen muovikalvon kanssa. Eri muovilaaduilla on hyvin erilaisia teknisiä ominaisuuksia, eikä elintarvikepakkauksilta vaadittavia ominaisuuksia pystytä saavuttamaan yhdellä muovikalvolla. Lopputuotteen käyttökohde ja sen vaatimat ominaisuudet määrittelevät yhteen laminoitavat kalvotyypit. Laminoinnin jälkeen rulla menee pituusleikkurille, jossa se leikataan haluttuun lopulliseen asiakasmittaan. (Sinkkonen 2017)

Yrityksen omaan kunnossapidon organisaatioon voidaan laskea kuuluvan vain muutama henkilö. Yrityksen kunnossapidollisiin asioihin vaikuttavat henkilöt ovat tekninen johtaja, projektipäällikkö, tuotantopäällikkö sekä kunnossapidon työntekijä. Yrityksellä on siis vain yksi oma kunnossapidon työntekijä, mutta sen lisäksi on kaksi alihankkijaa jotka ovat käytännössä päivittäin toiminnassa mukana. Tehtävä- ja henkilömuutoksien vuoksi kunnossapidon vastuut ovat muotoutumassa uudelleen tällä hetkellä. Yrityksen teknisellä johtajalla, joka on jäämässä eläkkeelle lähiaikoina, oli ennen päävastuu kunnossapitoon liittyvissä asioissa. Hänellä on vuosikymmenten kokemus ja osaaminen alan tuotantotekniikasta ja laitteistosta. Teknisen johtajan siirtyessä sivuun kunnossapidon päävastuu on jakautumassa tuotantopäällikölle, teknisen puolen projektipäällikölle sekä kunnossapidon työntekijälle. Vastuut ovat vielä epäselvät, koska selkeää tehtäväjakoa ei ole tehty. Käytännössä tehtävät jakaantuvat henkilöiden osaamisen ja muiden kiireiden ehdoilla.

Päivittäiset kunnossapidon tehtävät suoritetaan siis oman työntekijän sekä kahden alihankkijan voimin. Erikoisempaa huoltoa vaativat tehtävät ja suuremmat huoltoseisokit suoritetaan alihankintapalvelujen avulla. Tuotantolaitteissa on paljon tekniikkaa, joka vaatii erikoisosaamista. Nämä tehtävät ovat kustannusmielessä järkevä ostaa ulkopuolisilta palveluntarjoajilta.

3.2 Kunnossapidon nykytilan tutkimus

Westpak Oy:n kunnossapidon nykytilaa ja sen ongelmia selvitetään ensisijaisesti teemahaastattelulla. Myös tutkijan omat havainnot tutkittavasta kohteesta vaikuttavat tuloksiin, kuten toiminta-analyttisessä tutkimusotteessa on tavanomaista. Haastattelun perusteella luodaan käsitys kunnossapidon nykytilasta ja sitä verrataan teoriassa esitettyihin kunnossapidon johtamisen malleihin. Vertailun päätyökaluna käytetään Crespo & Guptan (2006) esittämää kunnossapidon johtamisen prosessia sekä viitekehystä. Prosessikuvaus ja viitekehys valittiin arvioinnin työkaluksi, koska ne ovat hyvin yleistäviä ja kokonaisvaltaisia esityksiä. Se vastaa parhaiten tämän työn tavoitteita. Kohdeyritys ja sen kunnossapitoorganisaatio on nuori ja resursseiltaan pieni. Tämän vuoksi on oleellista selvittää miten kunnossapidon johtamisen pääperiaatteet toteutuvat kohteena olevassa yrityksessä. Kunnossapidon nykytoiminta sijoitetaan myös SAMI -pyramidin tasolle, joka antaa omalta osaltaan kuvan toiminnan nykytilasta. Myös SAMI -pyramidi on kokonaisvaltainen työkalu kunnossapidon johtamiselle.

Teemahaastattelut ovat yksi yleisimmistä aineistonkeruumenetelmistä laadullisessa tutkimuksessa. Teemahaastattelussa haastattelija valitsee tutkittavaan ilmiöön liittyviä asiakokonaisuuksia eli teemoja, joiden varaan haastattelu rakennetaan. Teemat tulisi valita niin, että ne kattavat ilmiön kaikki osa-alueet ja näkökulmat. Teemahaastattelu on tehty virheellisesti, jos tutkija on jo ennen haastattelua lyönyt lukkoon kaikki läpikäytävät teemat ja niihin liittyvät kysymykset. Haastattelun tarkoituksena on muodostaa hyvä kontakti haastattelijan ja haastateltavien välille, jolloin keskustelun aikana syntyy uusia aiheita ja tarkentavia kysymyksiä ilmiöön liittyen. Tällä tavoin lisätään tietämystä aiheesta. Yhden teeman osalta keskustelu tulisi edetä yleisistä asioista kohti yksityiskohtaisempaa tietoa. Teemahaastattelussa tulisi käyttää avoimia kysymyksiä ja välttää suljettuja kysymyksiä. Suljetuilla kysymyksillä tarkoitetaan sellaisia johon on valmiiksi annetut vastausvaihtoehdot. Avoimissa kysymyksissä käytetään kysymyssanoja: miksi, miten ja mitä. Nämä vaativat tarkempaa selittämistä aiheesta. (Vilkkä 2005)

Teemahaastattelun avulla tutkittava ilmiö on Westpak Oy Ab:n kunnossapito. Haastattelun tavoitteena on saada hyvä käsitys kunnossapidon nykytilasta. Tarkemmin sanottuna pyritään selvittämään miten kunnossapitoa johdetaan, mitä osa-alueita se sisältää ja mitä ongelmia siinä koetaan olevan. Tarkoitus on löytää kehityskohteita. Kunnossapidon nykytoimintaa tullaan vertaamaan teoriassa esitettyyn kunnossapidon johtamisen prosessimalliin ja viitekehykseen, joten haastattelun pääteemat johdetaan niiden pohjalta. Pääteemoina on esimerkiksi Crespo & Guptan (2006) viitekehyksen kolme pilaria. Tutkija on pyrkinyt tuomaan teemoihin mahdollisimman monipuolisia näkemyksiä käsiteltävästä aiheesta. Vaikutteita haastatteluun saatiin myös Sinhan (2015) esittämistä kysymyksiä, joilla selvitetään kunnossapidon kehityskohteista. Haastattelun lopuksi ryhmä sai löytää oman paikkansa SAMI-pyramidin tasoilta.

Haastattelut suoritettiin sekä ryhmä-, että yksilöhaastatteluina. Vilkan mukaan (2005, s.101) ryhmähaastattelu soveltuu yhteisön käsitysten tutkimiseen, joten se on perusteltu tapa tutkia organisaation käsitystä kunnossapidon toiminnasta. Ryhmähaastatteluun valittiin kunnossapidon toiminnan parhaiten tuntemat henkilöt: tuotantopäällikkö, tekninen johtaja ja kunnossapidon työntekijä. Lisäksi kolmea tuotannon henkilöä haastateltiin yksilöhaastatteluina. Heidän osaltaan haastattelu oli suppeampi ja siinä käsiteltiin vain muutamaa heidän kannalta oleellista asiaa, kuten käyttöhenkilöiden osallistuminen kunnossapidollisiin tehtäviin. Yksilöhaastattelulla haluttiin varmistaa todenmukaisempi mielipiteiden esittäminen. Ryhmähaastattelussa esimiehen läsnäolo olisi saattanut vaikuttaa käyttöhenkilöiden vastausten sisältöön.

3.2.1 Kunnossapidon johtamisen prosessin ja viitekehyksen nykytila

Yhtenä teemahaastattelun tavoitteena oli saada käsitys kohdeyrityksen kunnossapidon prosessista. Toisin sanoen pyrittiin selvittämään mitä aktiviteetteja kunnossapitoon liittyy ja minkälainen tapahtumaketju aktiviteeteista mahdollisesti muodostuu. Pyrkimyksenä on myös selvittää, mitä aktiviteetteja toiminnasta mahdollisesti puuttuu ja missä toiminnoissa koetaan ongelmia.

Aluksi keskusteltiin suunnitellusta ja suunnittelemattomasta kunnossapidosta. Tutkimuksessa selvisi, että yrityksessä on olemassa huoltosuunnitelmat kaikille oleellisille laitteille. Yrityksessä siis suoritetaan suunniteltua kunnossapitoa. Laitteet on priorisoitu ja yrityksessä tiedetään mihin laitteisiin tulee resursseja kohdentaa. Eri laitteille on erilaiset kunnossapitostrategiat. Huoltosuunnitelmaan kuuluvat laajat vuosihuollot tehdään aina, mutta lyhemmälle aikavälille jaksotetut huoltotoimet saattavat jäädä välillä tekemättä. Näiden huoltojen osalta oli epäselvää, kenen vastuulla niiden suorittaminen on, eikä niiden suorittamisesta raportoitu tai pidetty kirjaa. Näin ollen yrityksessä ei edes tiedetty onko huoltoja aina suoritettu. Vuosittaisen huoltoseisokin toimenpiteet ja resurssit on suunniteltu ja aikataulutettu. Vuosihuolloissa ei kuitenkaan aina ehditä tekemään kaikkia huoltosuunnitelman mukaisia toimenpiteitä. Suunniteltujen huoltojen lisäksi kunnossapidon tarvetta aiheuttaa suunnittelemattomat häiriökorjaukset. Haastattelussa ilmeni, että häiriökorjausten määrä on suuri. Häiriökorjauksista ei ole olemassa mitattua dataa, mutta haastateltavat arvioivat häiriökorjauksia olevan ainakin yhtä paljon kuin suunniteltuja huoltoja.

Haastattelussa pyrittiin etenemään kunnossapidon prosessin mukaisesti. Prosessiin kuuluu oleellisesti työtilausten teko, töiden organisointi ja suorittaminen. Yrityksellä ei ollut työtilausjärjestelmää. Päivittäiset työt eivät ole vaatineet suurempaa organisoimista, vaan ongelmat on korjattu kun niitä on ilmaantunut. Jotta kaikista tehtävistä voidaan suoriutua pitää olla riittävät resurssit. Kunnossapidon resursseihin lasketaan mm. työvoima, työka-

lut ja varaosat. Yrityksessä koettiin, että suunnitellun kunnossapidon resursseissa ja organisoinnissa ei ole ongelmaa ja huoltoseisokit on pystytty suorittamaan onnistuneesti. (Kommentti oli ristiriitainen, sillä aiemmin tuli esiin ettei kaikkia vuosihuollon toimenpiteitä aina ehditä tekemään) Myös välittömät häiriökorjaukset on pystytty suorittamaan hyvin. Käyttöhenkilöiden mukaan kunnossapidon palveluvaste on hyvä, kun välitöntä korjaustarvetta ilmenee eli resursseja on riittävästi. Ongelmalliseksi kunnossapidon lajiksi on ajoittain osoittautunut siirretyt häiriökorjaukset. Yrityksessä ei ole käytössä muodollista ilmoitustapaa korjaustarpeista, joten kun tuotannossa on ilmennyt korjaustarvetta (siirretty häiriökorjaus) siitä on mahdollisesti annettu suullinen ilmoitus sattumanvaraiselle teknisen tai tuotannon puolen vastaavalle henkilölle. Asia on kuitenkin saattanut unohtua tai muuten jäädä tekemättä, kunnes ongelma on aiheuttanut tuotantokatkon ja muuttunut välittömäksi korjaustarpeeksi.

Resursseihin liittyen suurin ongelma haastatteluiden perusteella oli varaosien saatavuus ja hallinta. Varaosien hallinta koettiin yrityksessä yhdeksi suurimmista ongelmista koko kunnossapidon toiminnassa. Tämän kertoivat kaikki haastatteluihin osallistuneet. Ongelmakenttä oli laaja varaosavaraston käytäntöjen puutteesta varaosien tarpeen määrittelyyn. Haastatteluiden perusteella ei ollut tavatonta, että kone seiso i varaosan puutteen takia. Omaan varastoon hankittavien varaosien määrittäminen koettiin hankalaksi. Omaan varaosavarastoon hankittiin kuluvia osia, joita kokemuksen mukaan on tarvittu usein. Myös joitain tuotannon kannalta kriittisiä osia löytyy yrityksen varastosta. Varaosille ei ole luotu nimikkeistöä eikä varastosaldoja ole olemassa, eli varaston sisältöä tai kiertoa ei seurata millään tavalla. Kukaan ei tiedä tarkkaan mitä osia varastossa on ja kuinka paljon.

Teorian mukaan kunnossapidon prosessiin kuuluu myös tehtävien suorittaminen, valvominen / tarkastaminen ja raportointi. Haastatteluiden mukaan töiden valvonta ja tarkastaminen jäivät yleensä kohdeyrityksessä tekemättä, eikä siihen ole mahdollisuutta nykyisten resurssien puitteissa. Myös töiden raportointi on puutteellista. Tiedonvälitys ja raportointi olivat sattumanvaraista, sillä vakiintunutta toimintatapaa ei ollut. Yrityksessä ei siis kerätty mitään koneisiin tai niiden kunnossapitoon liittyvää dataa, joten historiatietoihin perustuvaa kehittämistä ei ole voinut tehdä. Yrityksessä on kuitenkin kokemukseen perustuen pystytty identifioimaan joitakin laitteiden ongelmakohtia. Kunnossapidon voidaan sanoa olleen proaktiivista, sillä laitteisiin on tehty omatoimisia parannuksia.

Kunnossapidon prosessin lisäksi haastattelun teemoihin kuului Crespon & Guptan (2006) kunnossapidon viitekehyksen kolme eri pilaria, jotka olivat informaatioteknologia, kunnossapidon menetelmät ja strategiat, sekä organisatoriset keinot. Esitellään seuraavaksi haastatteluiden perusteella saatua käsitystä kyseisistä aihealueista kohdeyrityksessä.

Informaatioteknologia -pilari keskittyy pitkälti kunnossapidon tietojärjestelmien hyväksikäyttöön, mutta yrityksessä ei ole käytössä kyseistä järjestelmää. Yrityksen kunnossapidon käyttämä informaatioteknologia rajoittuu muutamiin excel-taulukoihin, joiden avulla on tehty esimerkiksi huoltoseisokkien suunnittelua ja huolto-ohjelmia. IT-pilarin

toisena elementtinä on kunnonvalvonta, jonka tavoitteena on ennustava kunnossapito. Haastattelussa kerrottiin, ettei yrityksessä ole tämän kaltaisia menetelmiä käytössä.

Viitekehyksen toinen pilari pitää sisällään erilaisia menetelmiä ja strategioita kunnossapidon kehittämiseksi ja/tai toimintamallille. Haastatteluissa kävi ilmi, ettei yrityksessä ole tietoisesti toimittu minkään strategian tai filosofian mukaisesti. Haastatteluiden sekä havaintojen perusteella voidaan kuitenkin todeta, että osa työntekijöistä osallistuu käynnissäpitoa edistäviin tehtäviin, kuten pieniin huoltotoimenpiteisiin tai vikojen paikallistamiseen. Tämän kaltainen toiminta on osa TPM -mallia, vaikkakin vain pieni osa sitä.

Kolmas ja viimeinen pilari käsittelee kunnossapidon organisatorisia keinoja. Pilari painottaa kommunikaation ja toiminnan joustavuuden tärkeyttä. Crespon (2007) mukaan nämä asiat korostuvat, mitä monimutkaisempi toimintaympäristö on. Kun puhumme pk-yrityksestä, jonka omaan kunnossapito-organisaatioon kuuluu vain muutama henkilö, toimintaympäristöä ei voida pitää monimutkaisena. Silti haastattelun aikana selvisi, ettei tiedonkulku ole riittävää ja kommunikaatiossa on ilmennyt ongelmia. Keskustelun aikana selvisi, että kunnossapidon vastualueet ovat yrityksessä epäselvät. Toinen tärkeä organisaatioon liittyvä aihealue on ulkopuoliset sidosryhmät, kuten kunnossapidon alihankinta. Kohdeyritys on ulkoistanut suuren osan varsinkin erikoisosaamista vaativista tehtävistä ja nykyisen alihankintaverkoston toimintaan ollaan yrityksessä tyytyväisiä.

3.2.2 SAMI-pyramidi

Teemahaastattelun lopuksi haastateltavat saivat tutustua SAMI-pyramidin tasoihin ja tasovaatimuksiin kypsyysmatriisin muodossa. Haastateltavien oli vaikea sijoittaa itseään tietylle pyramidin tasolle, sillä he kokivat täyttävänsä kypsyysmatriisin esittämiä tasovaatimuksia vaihtelevasti matriisin eri osista. Haastateltavien mukaan he toteuttivat jopa neljännen tason huippusuorittajan vaatimuksen ”alihankkijat osallistuvat luotettavuuden parantamiseen”. Neljänneltä tasolta suoritettiin myös vaatimus ”vikaantumisanalyysijä tehdään”. Lisäksi kolmannen ja toisen tason vaatimuksista löytyi toimia, joita yrityksessä ajoittain harrastetaan. Toiselta tasolta mainittiin erikseen kohta ”avainkoneiden tuotannollinen arvo ymmärretty”. Kolmannelta tasolta puolestaan mainittiin pätevän suorittajan vaatimus ”käytöllä ja kunnossapidolla yhteisiä hankkeita”, joilla tarkoitettiin yhdessä suunniteltuja parannuksia laitteisiin. Toisaalta ensimmäisenkin tason pätevän ja huippusuorittajan tasoilta löytyy vaatimuksia joiden mukaisia toimenpiteitä yrityksessä ei tehdä.

Haastattelun aikana ei päästy täysin yhteisymmärrykseen siitä, missä kohtaa pyramidia Westpak Oy Ab:n kunnossapito on. Tutkijan havaintoihin perustuen voidaan sanoa, että organisaatio on jäänyt ensimmäiselle tasolle, eikä siinäkään ihan huippusuorittajaksi asti. Ensimmäisen tason huippusuorittajalla tulisi olla tietojärjestelmä täydessä käytössä eikä näin kyseisessä organisaatiossa ole. Toista tasoa puolestaan määrittää pitkälti kunnonvalvontalaitteet ja ennakkohuoltodatan käyttö, mutta molemmat asiat uupuvat tutkimuskohteelta.

4. TULOKSET JA TULOSTEN TULKINTA

4.1 Ongelmien analysointi ja pohdintaa

SAMI-pyramidi ja kypsyysmatriisi antavat Westpak Oy Ab:n kunnossapidosta hyvän yleiskuvan. Pyramidi on jaettu viiteen eri tasoon. Viides taso on pyramidin huipulla ja kuvaa huippusuorituskykyä käynnissäpidon kaikilla osa-alueilla. Kohdeyrityksen kunnossapito-organisaatio löysi itsestään ominaisuuksia pyramidin ensimmäiseltä tasolta neljännelle asti, mutta yhtä lailla huomattiin puutteita jo ensimmäisellä tasolla. Pyramidin tarkoitus on kuvata sitä, että alempi taso pitää hallita hyvin, jotta sen yläpuolelle voidaan luotettavasti rakentaa. Kohdeyrityksen kunnossapidosta löytyi siis alempien kerroksien ”valuvikoja”, jotka aiheuttavat harmia ja tekevät tiettyjen ylätasojen toimenpiteiden suorittamisen mahdottomaksi. Positiivisesti ajateltuna yrityksen kunnossapidossa on pitkälle kehittynyttä toimintakulttuuria, joka vain pitää saada täysimääräisenä esiin. Tuotannon käyttöhenkilöiden ja kunnossapidon yhteistyö laitteiden kehittämiseksi on hyvä esimerkki kehittyneestä toiminnasta. Kun oikeat kehityskohdat löydetään ja ne korjataan, kunnossapidon toiminta voidaan helposti nostaa hyvin lähelle pyramidin huippua. Pyramidin ensimmäisiltä tasoilta ylemmäs pääseminen vaatii ainakin kunnossapidon tietojärjestelmää ja kunnonvalvontalaitteita, sekä ennakkohuoltodatan keräämistä ja analysoimista.

Haastatteluiden perusteella Westpak Oy Ab:n kunnossapidon toiminnassa ei ollut nähtävissä järjestelmällistä ja prosessimaista jatkuvaa tapahtumaketjua. Kunnossapidon prosessi jäi siis vaillinaiseksi. Kirjallisuuden mukaan kunnossapidon prosessi alkaa kunnossapito-ohjelmien luomisesta ja karkeasta aikataulutuksesta ja tarvittavien resurssien määrittämisestä. Prosessi huomioi niin suunnitellut kuin suunnittelemattomat tehtävät, kuntoon perustuvan kunnossapidon ja systemaattisen tarkastamisen sekä huollot. Näistä aktiviteeteista muodostuu työtilauksia ja toiminta pitää resursoida niin, että tarvittavat toimenpiteet saadaan suoritettua.

Yrityksessä arvioitiin häiriökorjausten määrä suureksi suhteessa suunniteltuihin korjauksiin ja huoltoihin. Tämä voi johtua siitä, ettei laitteille määriteltyjä huolto-ohjelmia aina täysin noudatettu. Häiriökorjausten suuri määrä voi kertoa myös huolto-ohjelmien riittämättömyydestä ja tehottomuudesta. Kunnossapidon tehokkuutta ei ole mitattu, mutta suunnittelemattomien häiriökorjausten suuri määrä viestii, että huolto-ohjelmissa olisi kehitettävää. Häiriökorjaukset aiheuttavat ongelmia niin tuotannon tehokkuudelle kuin kunnossapidon resursoinnille. Pitää muistaa, että häiriökorjausten suuri määrä on vain oletamus, eikä mitattu fakta. Ennen kuin asiasta vedetään suurempia johtopäätöksiä, pitäisi todenmukainen tilanne tutkia.

Työtilausten tekeminen ja töiden organisointi oli puutteellista. Varsinkin siirretyt häiriökorjaukset ja suunnitellut lyhyen aikavälien tarkastukset tai huollot olivat huonosti organisoitu. Tähän pitäisi ehdottomasti tulevaisuudessa puuttua ja kehittää toimintaa. Ongelma on lähinnä koordinoinnissa eikä resursseissa, sillä esimerkiksi siirrettyjen häiriöiden kirjaamiselle / ilmoittamiselle ei ollut yhteistä käytäntöä. Yhtenäinen tapa kaikkien työtilausten tekoon varmistaisi, että korjaus- ja huoltotarpeista kulkeutuu tieto kunnossapidosta vastaavalle ja huoltotoimet tulisi tehtyä ajallaan. Ongelmaan saattaa vaikuttaa myös se, että kunnossapidon vastuut ovat epäselvät. Sen vuoksi kenelläkään ei ole lopullista vastuuta siitä, että tarvittavat toimenpiteet tulee tehtyä.

Kunnossapidon prosessiin kuuluu oleellisesti töiden raportointi ja historiatietojen kerääminen, jotta toimintaa voidaan systemaattisesti seurata sekä analysoida. Ilman todenmukaista kerättyä tietoa, toimintaa ei pysty luotettavasti kehittämään. Kirjallisuudessa on osoitettu, että tehdyt kunnossapitotoimet tulisi raportoida, jotta toimintaa voidaan arvioida, seurata, analysoida ja kehittää. Historiatietojen perusteella voidaan esimerkiksi löytää ongelmallisimpia kohteita. Kohdeyrityksen toimintaa ei kuitenkaan arvioitu, eikä seurattu millään systemaattisella tavalla. Kunnossapidon kehittämiseen ei ole käytettävissä empiiristä tietoa. Jos työtilauksia tehtäisiin kaikista töistä, jo sen avulla pystyisi tekemään monipuolista analysointia. Raportoinnin liittäminen työtilaukseen loisi erinomaisen tietopohjan kehitystyöhön. Kokemuksen perusteella yrityksessä on tosin pystytty identifioimaan joitakin laitteiden ongelmakohtia, mutta häiriötietojen tilastointi ja seuranta voisi antaa paljon hyödyllistä dataa kunnossapidon pitkän ajan suunnitelmiin. Tutkimus on antanut viitteitä siitä, etteivät laitteiden huolto-ohjelmat ole riittävän tehokkaita koska häiriöiden määrä on arvioitu suureksi. Huolto-ohjelmien kehittäminen on konkreettinen esimerkki tiedonkeruun tuomista mahdollisuuksista.

Prosessissa on tuotu esiin myös laitteiden uudelleensuunnittelun arviointi. Eli laitteiden toimintojen parantaminen omatoimisesti. Yrityksessä on tehty useita kehitystöitä laitteisiin ja jopa omia apulaitteita tuotantoon, joten kunnossapidon proaktiivisuudesta pitää antaa tunnustusta. Mutta tässäkin kohtaa tiedon dokumentointi myöhemmää käyttöä varten on jäänyt kokonaan tekemättä.

Kirjallisuudessa esitettyyn kunnossapidon prosessiin verrattaessa toiminnan suurimmat puutteet ovat järjestelmällinen työtilausten teko, raportointi ja muu tiedon dokumentointi sekä tietoon perustuva toiminnan kehittäminen. Raportoinnin ja muun tiedonkeräämisen puutteen vuoksi toimintaa ei pysty analysoimaan ja kehittämään faktaperusteisesti. Taulukko 3 on esitetty yhteenveto kunnossapidon prosessin hyvistä ja huonoista puolista verrattuna kirjallisuuden esittämään kunnossapidon johtamiseen. Positiivisin asia on, että organisaatiolla on halu kehittyä ja parantaa toimintaa. Tämä tuli esiin muun muassa laitteiston uudelleensuunnittelusta sekä tutkijan havainnoimasta yleisestä asenteesta. Yhteenvedosta huomataan, että tiettyjä osa-alueita hoidettiin hyvin, mutta toiminnasta puuttuu järjestelmällisyys ja kokonaisuuden hallinta.

Taulukko 3. Kunnossapidon prosessin nykytilan positiiviset ja negatiiviset asiat.

Positiiviset asiat	Negatiiviset asiat
<ul style="list-style-type: none"> • Laitekohtaiset huoltosuunnitelmat • Kunnossapito suunnitelmallista • Hyvä palveluvaste yllättävissäkin korjaustarpeissa • Omatoiminen tuotantolaitteiden kehittäminen • Resurssit riittävät • Halu kehittyä ja viedä toimintaa eteenpäin 	<ul style="list-style-type: none"> • Huoltosuunnitelmia ei aina noudateta • Vastuunjako ja töiden organisointi osittain epäselvää • Ei järjestelmällistä raportointia / tiedonkeruuta / tiedonjakoa • Liikaa häiriöiden korjaamista • Toiminnan arviointi, analysointi ja jatkuva parantaminen vaikeaa tiedonpuutteen takia

Crespo & Gupta (2006) kertoivat kunnossapidon johtamisen viitekehyksen olevan prosessimallin mahdollistava tukirakenne. Viitekehys tarjoaa teknologian prosessin suorittamiselle. Tutkimuksen perusteella Westpak Oy Ab:n kunnossapidosta oli helposti huomattavissa, että tukirakenne on riittämätön. Seuraavaksi pohditaan kunnossapidon viitekehyksen elementtejä ja arvioidaan niiden antamia mahdollisuuksia edellä löydettyihin kunnossapidon prosessin ongelmiin.

Viitekehyksen ensimmäisenä pilarina on informaatioteknologia, joka keskittyi tietojärjestelmien hyväksikäyttöön. Tutkimuksen kohteena olevassa yrityksessä ei ole käytössä kunnossapidon tietojärjestelmää. Se aiheuttaa käytännön ongelmia monessa eri kunnossapidon johtamisen prosessin vaiheessa, koska ei ole alustaa minkä avulla toimenpiteitä pystyisi suorittamaan. Kunnossapidon tietojärjestelmä on myös SAMI-pyramidin alimalla tasolla. Pyramidin alatasolla olevat ongelmat tekevät ylempien tasojen toiminnot mahdottomiksi. Edellä esitetyistä ongelmista moni olisi helposti ratkaistavissa hyvän tietojärjestelmän avulla. Häiriökorjaukset, kuten kaikki muutkin tulevat työt, voisi kirjata järjestelmään ja järjestelmän kautta se muuttuisi työtilaukseksi. Näin saataisiin yhtenäinen käytäntö häiriöiden ilmoittamiselle sekä tieto tarvittavalle henkilölle ja työ tulisi tehtyä ajallaan. Järjestelmä tarjoaisi alustan myös tehtyjen töiden raportoinnille, joka nyt puuttuu kokonaan. Järjestelmällisellä raportoinnilla tieto tehdyistä töistä olisi nähtävissä helposti. Nyt tiedonkulussa on ongelmia. Häiriötietojen systemaattinen kirjaaminen on ainoa tapa kehittää mittareita toiminnan seuraamiselle ja löytää suurimmat vikoja aiheuttavat ongelmat laitteista. Ja suureksi ongelmaksi koettu varaosien hallinta helpottuisi järjestelmän tarjoaman varaosavaraston hallinnan työkalulla. Järjestelmä antaisi kaikelle kunnossapidon tiedolle yhtenäisen alustan. Tällä hetkellä kunnossapidon suunnitelmat, huolto-ohjelmat ja muut vähäiset tiedot ovat erillisinä excel-tiedostoina.

IT -pilarin toisena elementtinä on ennustavaan kunnossapitoon liittyvät tietotekniset ratkaisut. Teollisen internetin ja IoT:n (Internet of things, asioiden internet) yleistyessä erilaiset älykkään kunnossapidon menetelmät yleistyvät. Mäkisen (2013) mukaan jo nyt on kehitetty toimintamalleja, joiden avulla ennustavan kunnossapidon kustannuksia on saatu alas, joten tekniikat ovat myös pk-yritysten hyödynnettävissä. Yrityksessä ei ollut tutkimushetkellä käytössä ennustavan kunnossapidon tekniikkaa. Aiheeseen kannattaisi tutustua, sillä se voisi tarjota yllättäviä ratkaisuja ongelmallisiin kunnossapidon kysymyksiin.

Viitekehyksen toinen pilari pitää sisällään erilaisia menetelmiä ja strategioita kunnossapidon kehittämiseksi ja/tai toimintamallille. Yrityksessä ei ole tietoisesti toimittu minkään strategian tai filosofian mukaisesti. Tämä on tietysti täysin ymmärrettävää pienelle yritykselle, joka on vasta huomannut kunnossapidon vaatiman huomion. Tietyn kokonaisvaltaisen filosofian kuten TPM:n käyttöönotto kokonaisuutena on pitkäaikainen ja paljon resursseja vievä prosessi, joten sellaisen toteuttaminen täysimääräisenä saattaisi olla liian suuri pala purtavaksi. Luvussa 2.6 esitetyt pk-yrityksen resursseihin liittyvät rajoitukset ovat todellisuutta ainakin Westpak Oy Ab:ssa. Mutta kuten AIMMS-mallissa ehdotettiin, TPM ja RCM -oppeja voi ottaa osittain käyttöön. Haastatteluiden mukaan sekä havaintojen perusteella voidaan sanoa, että osalla työntekijöistä on halua ja kykyä osallistua käynnissäpitoa edistäviin tehtäviin, kuten pieniin huoltotoimenpiteisiin tai vikojen paikallistamiseen ja niin he myös tekevät. Tiedot, taidot ja halukkuus tietysti vaihtelee työntekijöiden keskuudessa, mutta yleisesti ottaen yrityksessä olisi hyvät mahdollisuudet lisätä autonomista kunnossapitoa.

Yrityksessä on tiedostamatta tehty TPM -mallin kaltaisia toimenpiteitä, kuten suunniteltua kunnossapitoa ja kohdistettua parantamista. Mutta kuten edellä on jo sanottu, toiminnasta puuttuu järjestelmällisyys ja faktaperusteinen päätöksenteko. Toiminnasta ei kerätä tietoa, eikä sitä mitata, joten parannukset ja huoltosuunnitelmat perustuvat enemmän tai vähemmän oletuksien varaan. TPM:n yhtenä päätavoitteena on OEE:n parantaminen, joka on varmasti jokaisen tuotantolaitoksen tavoitteena. Yrityksessä on luonnollisesti pyritty parantamaan laatua ja tuottavuutta, mutta kehitystyö on summittaista eikä perustu mitattuun tietoon. Eikä toimenpiteiden tehokkuudesta tiedetä koska mittaaminen puuttuu. Yrityksellä on olemassa pohjaa useamman TPM -pilarin käyttöönottoon, joten lähtökohta on positiivinen. Aloittamalla tiedon järjestelmällisen keräämisen ja toiminnan mittaamisen, kehitystoimet voidaan kohdistaa oikeisiin asioihin. Pk-yritykselle on ensiarvoisen tärkeää, että vähäiset resurssit käytetään oikeisiin asioihin.

Crespo & Gupta (2006) jakoivat kunnossapidon menetelmät -pilarin vielä kolmeen alalajiin, joista yhtenä oli kunnossapitosuunnitelmien luominen ja jatkuva parantaminen. Häiriökorjausten suuri määrä viestii ehkäisevän kunnossapidon tehottomuudesta, joten jaksottaisen suunnitellun kunnossapidon ohjelmaa voisi arvioida uudelleen esimerkiksi hyödyntämällä vika- ja vaikutusanalyysiä tai RCM -menetelmää. Kuten jo aiemmin mainittiin, AIMMS -malli esitti pk-yrityksen resursseille sopivan tavan toteuttaa RCM:n oppeja.

Sen avulla voisi uudelleen arvioida laitteiden huolto-ohjelmia, joka voisi johtaa suunnitellun kunnossapidon parantumiseen ja häiriökorjausten vähenemiseen. Häiriötietojen systemaattinen kerääminen antaisi toisenlaisen mahdollisuuden huolto-ohjelmien kehittämiseen. Häiriötietojen analysoiminen nostaisi esiin eniten ongelmia aiheuttavat kohteet.

Palataan vielä varaosien hallinnan ongelmiin, jotka koettiin yrityksessä erityisen haastavaksi. Haastattelussa esiin tulleet varaosiin liittyvät ongelmat voidaan tiivistää neljään kysymykseen:

- Mitä komponentteja laitteissa on?
- Mitkä komponentit ovat kriittisimpiä, joita pitää olla omassa varastossa?
- Mitä varaosia varastossa on tällä hetkellä ja kuinka paljon?
- Miten varaosavaraston hallintaa tulisi kehittää?

Varaosien hallinnassa esiintyvät ongelmat ovat selkeästi sidoksissa kunnossapidon muihin ongelmiin. Ehkä tilanne onkin niin, että yrityksen näkökulmasta kunnossapidon johtamisen ongelmat kumuloituvat ja realisoituvat selkeimmin varaosien hallinnan vaikeuksiin, sillä varaosia tarvitaan kipeimmin kun kriittinen komponentti hajoaa ja kunnossapidolta vaaditaan ripeitä toimia. Ongelmat saavat alkunsa taas dokumentoinnin ja tiedon puutteesta. Ensinnäkin tuotantolaitteista oleva dokumentaatio ei ole riittävää, sillä laitteista ei ole kunnollisia komponenttitietoja / varaosaluetteloita. Ainakin kriittisten osien tiedot pitäisi vaatia laitevalmistajilta. Varaosavarastossa on yleisesti kuluja ja muutamia prosessin kannalta kriittisiä varaosia, perustuen yrityksen henkilökunnan vuosikymmenten kokemukseen. Vankka kokemus ei kuitenkaan korvaa laitevalmistajan suosituksia ja kerättyä tilastollista informaatiota vikaantumishistoriasta. Olemassa olevien huoltosuunnitelmien perusteella tiedetään tärkeimmät komponentit, joita vuosihuolloissa on vaihdettu, mutta jatkuva häiriötietojen kerääminen ja kaikkien huoltojen tarkka raportointi antaisi todennukaisen tietopohjan tarvittaville varaosille. Yksi mahdollisuus olisi huoltosuunnitelmien päivittäminen RCM -menetelmän avulla, jonka ohessa kriittisimmät komponentit tunnistetaan ja arvioidaan tarve varakomponenttien hankinnalle.

Tarvittavien varaosien määrittelyn vaikeutta voisi lähestyä myös toisesta näkökulmasta. Haastattelussa todettiin, että laitteissa ilmenee paljon häiriöitä, jotka aiheuttavat suunnittelemtomia kunnossapitotoimia. Varaosien määrittäminen olisi paljon helpompaa, jos kunnossapito olisi pääosin suunniteltua. Suunniteltujen huoltojen komponenttitarve pysyytään määrittelemään ennen kunnossapidon suorittamista, mutta yllättävissä häiriökorjauksissa varaosatarve ilmenee vasta tapahtumahetkellä. Näin ollen huolto-ohjelmien kehittäminen helpottaisi myös varaosatarpeen määrittelyä.

Varaosavarastosta puuttui kokonaan varastonhallinta. Varaosia hankittiin lisää, kun huomattiin että varastossa olevat osat ovat loppumassa tai jo loppuneet. Varaosat saattoivat olla loppu kun niitä tarvittiin, koska varastosaldoja ei ollut nähtävissä. Varastonhallinnan

puute aiheutti paljon ongelmia. Tämäkin ongelma liittyy tiedonhallinnan puutteellisuuteen, joka on tullut esiin tutkimuksen aikana useaan kertaan. Ratkaisun ongelmaan tarjoaisi kunnossapidon tietojärjestelmä, jonka avulla varastonhallinta voitaisiin toteuttaa. Nimiketietojen kerääminen tuotantolaitteiden komponenteista ja varaosien varastosaldojen ylläpito on ensimmäinen askel parempaan varaosien hallintaan.

4.2 Pohdintaa mittareista

Suorituskyvyn mittaaminen on aina tapauskohtaista ja jokaisen yrityksen tulee miettiä mitkä mittarit sopivat heidän toimintaympäristöön. Mittariston suunnittelussa on tärkeää muistaa, että niiden perimmäinen tarkoitus on toiminnan kehittäminen. Mittariston tulee olla hyödyllinen työkalu eikä taakka yritykselle. On esitetty, että kunnossapidon mittariston tulisi olla hierarkkinen ja mitata asioita useasta näkökulmasta. Mittarit tulisi olla yhteydessä yrityksen strategiaan ja toimintaympäristöön.

Lähtökohtana kohdeyrityksen mittariston suunnittelussa tulee pitää yksinkertaisuutta ja helppoa toteutettavuutta. Mittareiden määrä tulee pitää pienenä, jotta käyttöönotto on todellisuudessa mahdollista. Yrityksessä käytetään hyvin vähän suorituskyvyn mittareita, joten mittareiden suuri määrä saattaisi aiheuttaa muutosvastarintaa ja hämmennystä. Muutama mittari on helpompi sisäistää ja niiden tarkoitus helpompi ymmärtää, kuin monimutkainen useasta mittarista muodostuva mittaristo. Myös resurssit tulee ottaa huomioon, sillä mittariston käyttöönotto vaatii aikaa ja rahaa, jotka ovat hyvin rajallisia.

Westpak Oy Ab haluaa olla asiakkailleen luotettava kumppani, joka on joustava toiminnassaan. Toimitusvarmuus ja nopeus ovat yrityksen tärkeimpiä kilpailuvaltteja erinomaisen laadun ohella. Näiden tietojen valossa toimitusvarmuus olisi keskeinen mittari, joka kertoisi yrityksen toiminnasta kokonaisuudessaan. Sitä voisi pitää niin sanottuna ylätasen mittarina. Toimitusvarmuus on myös niin sanottu ulkoinen mittari, joka usein unohtuu mittaristoa rakennettaessa. Toimitusvarmuus kertoo niin kunnossapidon kuin koko tuotannon kyvykkyydestä selvitä nopeasyklisestä toimintaympäristöstä. Myös asiakastytyväisyys sopisi ulkoiseksi mittariksi kyseessä olevalle yritykselle.

Kunnossapitoa tulee mitata myös taloudellisesta näkökulmasta. Yrityksen perustehtäviin kuuluu kannattava toiminta ja normaalisti tavoitteena on kannattavuuden parantaminen. Kunnossapidon vaikutusta yrityksen kokonaistalouteen tarkasteltaessa tulisi ottaa huomioon suorien kustannusten lisäksi epäsuorat kunnossapitokustannukset, sekä menetetyt tuotot. Epäsuorien kustannusten ja menetettyjen tuottojen arviointi on kuitenkin vaivalloista ja epämääräistä. Turvallisin ja helpoin tapa aloittaa kustannusten mittaaminen on suorat kustannukset. Epäsuoria kustannuksia aiheuttavia tekijöitä, kuten huonoa laatua ja hävikkejä voidaan mitata muilla mittareilla, jolloin ne eivät jää kokonaan huomioimatta. Myös OEE:n avulla voidaan arvioida menetettyjä tuottoja. Kunnossapidon kokonaiskus-

tannusten suhteuttaminen tuotantomäärään on oikeudenmukainen mittaustapa. Suositeltavaa olisi myös mitata laitekohtaisesti kunnossapitokustannuksia. Niiden tarkkailu riippuu tiedonkeruumenetelmän antamista mahdollisuuksista.

Sisäisen tehokkuuden mittarina OEE:tä ei yksinkertaisesti voi ohittaa. Sen monipuolisuus ja sen mahdollistamat hyödyt ovat erinomaiset. Kirjallisuuteen vedoten voidaan sanoa, että se on tärkein yksittäinen mittari kuvastamaan kunnossapidon ja tuotannon toimintaa kokonaisuudessaan. Tuotannon kokonaistehokkuuden paranemisella on suora yhteys yrityksen taloudelliseen tulokseen, varsinkin tilanteessa jossa tuotantokapasiteetti on jatkuvasti myyty loppuun. Se on erinomainen työkalu toiminnan kehittämistä varten. Tuotannon kokonaistehokkuutta mittaamalla taataan tuottavuuden jatkuva kehitys. OEE:n parantaminen on yksi TPM -mallin päätavoitteista. Johtamisstrategiana TPM tarjoaa hyviä keinoja tuotannon kokonaistehokkuuden parantamiseksi ja niitä keinoja tulee hyväksikäyttää mahdollisuuksien mukaan.

OEE muodostuu käytettävyydestä, toiminta-asteesta ja laadusta. Kunnossapidolla on suurin vaikutus käytettävyyteen. Käytettävyys kertoo kuinka suuri osa käytettävissä olevasta työajasta on pystytty todellisuudessa hyödyntämään. Aikaa pienentää TPM -mallin yhteydessä esitetyt hävikit, joita ovat esimerkiksi laitehäiriöt sekä asetusajat. Jotta OEE:stä saadaan kaikki hyöty irti, ei riitä että eri osatekijöitä mitataan pelkkänä määreenä. Käytettävyyttä, laatua ja toiminta-astetta pienentäviin tekijöihin eli hävikkeihin pitää päästä syvällisemmin käsiksi. Mittari tulisi rakentaa niin, että suurimmat hävikkiä aiheuttavat tekijät paljastuisivat. Niin saataisiin tärkeimmät kehityskohteet selville. Tärkeintä ei siis ole OEE:n antama lukuarvo vaan ne tekijät, jotka arvoa pienentävät. Esimerkiksi käytettävyyden osalta laitehäiriöiden ja komponenttivikojen seurannasta saa hyödyllisen impulssin suunnitellun kunnossapidon tarpeisiin.

OEE:hen liittyvän toiminta-asteen / nopeuden mittaaminen hankaloituu, kun eri tuotteilla on eri ajonopeuksia. Kohdeyrityksessä toiminta-asteella tarkoitetaan tuotettuja metrejä aikayksikössä. Kohdeyrityksessä on raaka-aineiden ja muiden prosessiin liittyvien syiden vuoksi vaihdeltava ajonopeutta tuotekohtaisesti, jotta laatukriteerit täyttyvät (Sinkkonen, 2017). Tämän vuoksi normaalin toiminta-asteen määrittäminen on hankalaa. Tuotevaihtoja tulee paljon, joten normaali toiminta-aste muuttuu jatkuvasti. Viikko tai kuukausitasolla toiminta-asteen karkea seuraaminen onnistuu, mutta jos halutaan tarkkaa tuotekohtaista tietoa niin mittaaminen tulee hankalaksi. Jokaiselle tuotteelle pitäisi määrittää normaali toiminta-aste, mikä on erittäin työlästä. Sen lisäksi koneista pitäisi saada hyvin tarkka tieto toteutuneesta ajonopeudesta, jotta vertaaminen normaalin ja toteutuneen välillä olisi mahdollista. Tällä hetkellä yrityksessä seurataan toteutuneita metrejä viikkotasolla, mutta sen tuoma lisäarvo ei ole suuri. Yleisellä tasolla suoritettu mittaus ei anna tietoa toiminnan kehittämiseen, sillä se ei paljasta tekijöitä jotka vaikuttavat negatiivisesti toiminta-asteeseen. Tuotekohtainen normaalin ja toteutuneen toiminta-asteen vertailu toisi todellista lisäarvoa ja paljastaisi kehityskohteita.

Kolmas OEE:n osatekijä on laatu. Yrityksen yhtenä kilpailutekijänä ovat laadukkaat tuotteet, joten laadun mittaaminen pitäisi olla itsestään selvää. Yrityksessä on aloitettu viime aikoina laadun ja laatuvirheiden systemaattinen seuranta. Tiedon jalostaminen OEE mittariin sopivaksi onnistuisi ilman suurempia ponnisteluja.

OEE:n mittaamisen suurin haaste tulee olemaan datan kerääminen tuotantoprosessista. Yrityksestä kerrotaan, että tällä hetkellä laitteet eivät kerää automaattisesti tarkkoja käynnissäpilotietoja (Sinkkonen, 2017). Laitteiden toiminnasta jää hyvin vähän tietoa, jota voisi hyväksikäyttää. Käytännössä se tarkoittaa, että käytettävyyden tai toiminta-asteen laskeminen ei ole mahdollista riittävällä tarkkuudella. Toiminta-asteen mittaaminen on muutenkin haasteellista, koska normaali toiminta-aste vaihtelee paljon. Kohdeyrityksen tuotannossa eräkoot ovat yleensä pieniä, ja yhdelle laitteelle voi tuotevaihtoja tulla päivän aikana jopa useita kymmeniä. Asetusajat vievät suuren osan tuotantoajasta. Tämän vuoksi käynnissäpilotietojen ja käytettävyyteen vaikuttavien tekijöiden kerääminen tulisi olla sisäänrakennettuna tietojärjestelmään. Sen arvioiminen muilla keinoin olisi liian epätarkkaa.

On sanottu, että suunniteltujen ja suunnittelemattomien kunnossapitotöiden suhde on yksi tärkeimmistä kunnossapidon mittareista, sillä se kertoo kunnossapidon tehokkuudesta. Jos suurin osa töistä on suunniteltuja, niin ennakkohuolto toimii hyvin. Jos taas suunnittelemattomia häiriökorjauksia on paljon, se viestii laitteiden tehottomasta huolto-ohjelmasta. SAMI-pyramidin toisella tasolla vaaditaan, että 70–80 % töistä on suunniteltuja. Tutkimuksen aikana yrityksen edustajat epäilivät, että suunnittelemattomien häiriökorjauksien osuus olisi ainakin 50 %. Asian mittaaminen olisi hyvin hyödyllistä, jotta saataisiin käsitys nykyisten huolto-ohjelmien tehokkuudesta. Jos häiriöiden määrä on todellisuudessa yli 50 %, tulisi laitteiden huolto-ohjelmat päivittää.

5. YHTEENVETO JA TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

5.1 Kunnossapidon nykytilan yhteenveto

Westpak Oy Ab:n kunnossapidon nykytilan tutkimuksessa päätyökaluina käytetyt SAMI-pyramidi ja prosessimalli / viitekehys antoivat molemmat samansuuntaisen tuloksen. Molempien kohdalla huomatiin, että yrityksen kunnossapidossa on paljon hyviä asioita, mutta niin sanotussa pohjatyössä on puutteita, jotka hankaloittavat kokonaisuuden hallintaa.

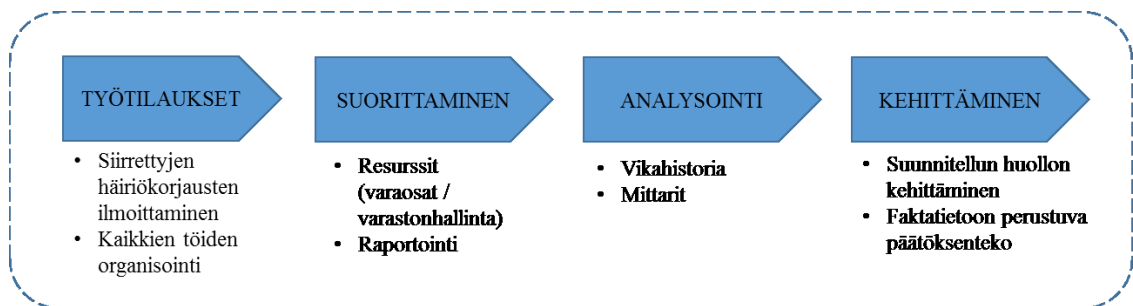
Kunnossapidon toiminnasta puuttuu järjestelmällisyys ja selkeät toimintatavat. Tästä johtuen kunnossapitoa vaativien tehtävien ilmoittaminen ja töiden organisointi on epäselvää. Myös raportointi ja muunlainen tiedonkeruu niin tehdyistä töistä kuin muistakin asioista puuttuvat käytännössä kokonaan. Ilman tietoa on hankala tehdä päätöksiä tai kehittää toimintaa. Tiedonpuute on yrityksessä konkretisoitunut esimerkiksi varaosavaraston hallinnan vaikeutena. Kunnossapidon tehokkuutta tai muuta vastaavaa ei myöskään pystytäkään mittaamaan, kun mitattavaa dataa ei ole saatavilla. Järjestelmällisyyden ja toimintatapojen epäselvyydet korostuvat ja ehkä aiheutuvatkin siitä, ettei kunnossapidon kokonaisvastuu ole kenenkään yksittäisen henkilön harteilla. Vastuu on pyritty jakamaan useammalle henkilölle, mutta kun vastuut ovat epäselvät, tulee tilanteita jossa kukaan ei ota asiaa hoidettavaksi.

Kuten sanottu, positiivisia asioita on myös olemassa. SAMI -pyramidiin liittyvän kypsyysmatriisi osoitti, että yrityksessä on olemassa erinomaista toimintakulttuuria. Kunnossapito on proaktiivista ja tuotantoprosessia kehitetään yhdessä kunnossapidon ja käyttöhenkilöiden kanssa. Myös alihankkijat on otettu mukaan kehitystyöhön ja vikaantumisanalyysejä tehdään. Nämä asiat kuuluvat SAMI -pyramidilla neljännen tason toimintaan viisiportaisella asteikolla. Lisäksi tärkeimmille laitteille on olemassa omat huoltosuunnitelmat ja suunniteltua kunnossapitoa suoritetaan mikä on hyvä lähtökohta. Kunnossapidon palveluvaste on hyvä, silloin kun välitöntä korjaustarvetta ilmenee. Osa käyttöhenkilöistä myös osallistuu kunnossapidollisiin tehtäviin.

5.2 Toimenpide-ehdotukset

Ensimmäinen ja tärkein asia on saada kunnossapidon toimintaan järjestelmällisyyttä ja saada kokonaisuus hallintaan. Tämä toteutetaan kahdella toimenpiteellä. Ensinnäkin yrityksessä tulisi nimetä yksi henkilö joka on kokonaisvastuussa kunnossapidon toiminnasta ja kehittämisestä. Nyt vastuu on jaettu, joten vastuu ei ole kenelläkään. Toiseksi yrityksen tulisi hankkia kunnossapidon tietojärjestelmä. Tietojärjestelmän hankinta on perusteltua monella eri argumentilla ja se on koko toiminnan kulmakivi.

Tietojärjestelmä tuo kunnossapidon johtamisen jokaiselle osa-alueelle järjestelmällisyyttä ja tulee helpottamaan kokonaisuuden hallintaa. Tutkimuksessa käytetyt SAMI -pyramidi ja kunnossapidon prosessi / viitekehys antoivat molemmat selkeän signaalin siitä, että kunnossapidon tietojärjestelmän puute on yksi suurimmista ongelmista kunnossapitoon liittyen. Se vaikeuttaa monella tapaa nykyistä toimintaa ja se hankaloittaa toiminnan kehittämistä. Tietojärjestelmä on viitekehysten puuttuva palanen, joka mahdollistaa kunnossapidon prosessin toteuttamisen täydellisenä. Tietojärjestelmän toimintaa on vielä demonstroitu kuvassa 14. Kuva on yksinkertaistettu esitys prosessimallista. Prosessin eri vaiheissa on esitetty mihin tutkimuksessa esiin tulleeseen ongelmaan tai puutteeseen tietojärjestelmä pystyisi vastaamaan. Niiden lisäksi se antaisi yhtenäisen paikan kaikelle kunnossapidon tiedolle ja dokumentaatiolle, sekä mahdollistaisi oikein käytettynä kustannusseurannan.



Kuva 14. Tietojärjestelmän mahdollistamat muutokset Westpak Oy Ab:n kunnossapidon prosessiin.

Tietojärjestelmän implementointi on työläs projekti, mutta kuten edellä on osoitettu, se ratkaisee monta ongelmaa. Puutteellisen dokumentaation vuoksi siihen liittyy paljon tiedon keräämistä, esimerkiksi koneiden komponenttitiedot tulisi kerätä mahdollisimman tarkasti. Tiedon kerääminen ja dokumentointi kannattaa projektin aikana tehdä kerralla kuntoon, jotta järjestelmästä saadaan kaikki hyöty irti. Tietojärjestelmän hankinta ratkaisee suurilta osin myös toisen suuren ongelman eli varaosien hallinnan. Tietojärjestelmän tulee sisältää varaosien hallinnan työkalun, jolla varaosavarasto saadaan nykyaikaan. Järjestelmän avulla pystytään seuraamaan varastosaldoja ja komponenttien kiertonopeuksia.

Edellä mainittujen toimenpiteiden lisäksi suositellaan aloittamaan OEE:n mittaaminen. Kirjallisuudessa on osoitettu selkeästi, kuinka tärkeässä roolissa OEE on kunnossapidon kehittämiselle. Mittarin käyttöönotto ja sen tarkkuus riippuvat prosessista saatavasta datasta. Tällä hetkellä prosessista saatava data on hyvin vajavaista, ja pelkästään käytettävyyden mittaaminen vaatisi ainakin pieniä muutoksia toiminnanohjausjärjestelmään. Kunnossapidon näkökulmasta katsottuna käytettävyyden mittaaminen on vähimmäisvaatimus, mutta jos ajatellaan käynnissäpidon johtamista ja kehittämistä kokonaisvaltaisemmin, myös laadun ja toiminta-asteen mittaamista suositellaan. Yrityksen päätettäväksi jää kuinka paljon he haluavat resursseja asiaan kohdistaa.

OEE:n parantamista on korostettu tilanteessa, jossa tuotannon kapasiteetti on kokonaan myyty. Silloin tuotannon kokonaistehokkuuden lisääntymisellä saadaan tarvittavaa lisäkapasiteettia ilman laiteinvestointeja. Tutkimuksen kohdeyrityksessä tilanne on tutkimus-
hetkellä kuvatulainen. OEE on myös tärkeä osa TPM -filosofiaa. TPM:n toteuttamista kokonaisuudessaan ei kuitenkaan suositella yritykselle tällä hetkellä. Ensinnäkään resurssit eivät riittäisi siihen ja toiseksi kehitys tulee aloittaa pienin askelin.

Kunnossapidon tietojärjestelmän ja OEE:n implementoinnit ovat tärkeimmät asiat, jotka yrityksen tulisi tehdä. Näiden toimenpiteiden jälkeen yrityksellä on erinomaiset työkalut käynnissäpidon tehokkaalle johtamiselle ja ennen kaikkea kehittämislle. Niiden avulla saadaan prosessista riittävästi dataa, jotta toiminnan kehitys kohdistuu oikeisiin asioihin. Kunnossapidon tietojärjestelmän antamasta datasta ehdotetaan kiinnittämään erityistä huomiota muutamiin seikkoihin. Ensinnäkin vikahistorian analysointi antaa impulssia ennaltaehkäisevään huoltoon. Vikahistoria paljastaa vikaantumisherkimmät kohteet. Toiseksi tulisi kiinnittää huomiota suunniteltujen ja suunnittelemattomien huoltotoimenpiteiden suhteeseen. Tutkimuksessa saatiin viitteitä siitä, että suunnittelemattomia häiriökorjauksia on paljon. Jos suurin osa töistä todellisuudessa on häiriökorjauksia, niin tulisi vakavasti miettiä suunnitellun huolto-ohjelman päivittämistä. Käytännössä se tapahtuisi toteuttamalla AIMMS -mallin mukainen RCM -projekti tärkeimmille laitteille. Se on suuritöinen projekti, joten se tulee toteuttaa vain, jos suunnitellun kunnossapidon tehokkuus todetaan erityisen heikoksi. Kolmanneksi tietojärjestelmän antamasta datasta tulisi seurata kunnossapidon suorita kustannuksia ja niiden kehitystä.

Pidemmän aikaväli tavoitteeksi yritykselle ehdotetaan pk-yritykselle sopivaa TPM toteutusta, joka esiteltiin AIMMS -mallin yhteydessä. Siihen kuuluu käyttäjäkeskeinen kunnossapito, suunniteltu kunnossapito ja OEE:n parantaminen. TPM:n perustana oleva 5S tulisi myös toteuttaa. Kyseinen tavoite on täysin realistinen. Tutkimuksessa selvisi, että osa työntekijöistä suorittaa jo nyt pieniä kunnossapitotehtäviä. Pienellä koulutuksella käyttäjäkeskeinen kunnossapito pystytään ottamaan osaksi yrityksen toimintakulttuuria. Suunniteltua kunnossapitoa tehdään jo nyt ja sitä pystytään kehittämään tässä työssä ehdotetuilla toimenpiteillä. OEE:n parantaminen mahdollistuu, kun sen mittaaminen aloitetaan ja hukatekijöihin kiinnitetään huomiota.

Alla olevassa kuvassa 15 on yhteenveto toimenpide-ehdotuksista ja suuntaa antava aikataulu niiden toteuttamiseen. Ensimmäisen puolen vuoden aikana suositellaan niin sanotun perustan kuntoon laittamista, jonka avulla kunnossapidon johtaminen saadaan hallintaan. Perusta mahdollistaa myöhempien kehitystoimien toteuttamisen. Ensimmäisen vaiheen tärkeimmät toimenpiteet ovat kunnossapidon tietojärjestelmän hankinta ja kunnossapidon vastuuhenkilön nimittäminen. Välittömästi kannattaisi tehdä myös esiselvitys OEE:n mittaamisesta. Selvityksestä tulisi käydä ilmi, miten yrityksen nykyinen ERP ja muut data-lähteet mahdollistavat OEE:n mittaamisen, mitä muutoksia järjestelmään pitäisi tehdä ja pystyykö muutoksia tekemään. Kannattaisi myös tutkia uusia koneenseurannan teknolo-

gioita ja mahdollisuuksia. Kun perusta on laitettu kuntoon, voidaan mittaristo ottaa kokonaisuudessaan käyttöön. 5S kannattaa tehdä viimeistään tässä vaiheessa, jos sitä vielä ei ole tehty. Toiminnan mittaaminen ja analysointi mahdollistavat kehityksen kohti AIMMS-mallin esittämää TPM-toteutusta. Tämä voisi olla tavoitteena 2 vuoden aikajänteellä.



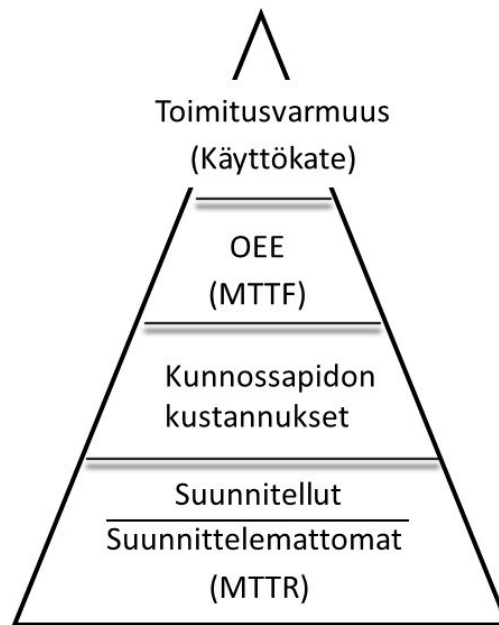
Kuva 15. Toimenpide-ehdotukset Westpak Oy Ab:n kunnossapidon kehittämiseksi

5.3 Mittaristoehdotus

Alla olevassa kuvassa 16 on esitetty yritykselle sopiva kunnossapidon mittaristo. Se on tehty sillä olettamuksella, että yrityksessä otetaan käyttöön kunnossapidon tietojärjestelmä ja sitä käytetään asianmukaisella tavalla. Tietojärjestelmästä saadaan tarvittavaa tietoa kustannuksista sekä kunnossapitotöiden lajeista. Mittariston suunnittelussa on otettu huomioon teorian esittämä hierarkkisuus ja eri kategoriat. Mittaristo mukailee osittain Laineen (2010) hierarkkista mittaristoa. Ehdotetut mittarit mahdollistavat käynnissäpidon kokonaisvaltaisen seurannan. Mittarit ovat yksinkertaisia, ymmärrettäviä sekä perusteltuja.

Ylimmän tason mittarin tulee mitata koko organisaation menestymisen kannalta tärkeää asiaa. Ylätason mittariksi on valittu toimitusvarmuus, joka on yritykselle strategisesti tärkeä asia ja se myös mittaa niin sanottua ulkoista tehokkuutta. Toimitusvarmuuden laskentatapa on esitetty kaavassa (5). Seuraavalla tasolla tulisi mitata laitetehtokkuutta. Tämän tason mittariksi valitaan OEE (ainakin käytettävyys) ja se tulisi mitata kaikista tärkeimmistä laitteista. Laskentakaavat on esitetty luvussa 2.7.2. Toiseksi alimmalla tasolla tulisi mitata taloudellisia asioita. Kunnossapidon taloudellisuutta mitataan kaavan (6) mukaisella mittarilla, jossa kunnossapidon kustannukset suhteutetaan tuotantomäärään. Kustannuksia tulisi seurata myös konekohtaisesti, jos tietojärjestelmän avulla tieto on helposti saatavilla. Kyseessä on vain suorat kustannukset, mutta yrityksessä tulisi ymmärtää myös epäsuorien kustannusten merkitys. Alimman tason mittariksi ehdotetaan suunniteltujen ja suunnittelemattomien kunnossapitotöiden suhdetta, joka kertoo kunnossapidon tehokkuudesta. Laskentatapa on esitetty kaavassa (7).

Mittaristossa on esitetty suluissa vielä lisämittareita. Myös näitä suositellaan käytettäväksi, mutta jos mittareiden määrä tuntuu aluksi suurelta, niin näiden käyttöönottoa voidaan harkita myöhemmin. Toiseksi ylätasoon mittariksi ehdotetaan käyttökatetta, jolloin ylimmän tason mittarit kertovat niin ulkoisesta kuin sisäisestä suorituksesta. Laine (2010) painottaa, että ylätasoon mittarin tulee mitata yrityksen taloudellista kannattavuutta. Toiseksi ylimmälle tasolle ehdotetaan lisäksi mittaria nimeltään mean time to failure (MTTF keskimääräinen vikaväli), joka kertoo laitteiden toimintakyvystä sekä ehkäisevän kunnossapidon tehokkuudesta. Alimmalle tasolle sopii hyvin mittari mean time to repair (MTTR keskimääräinen korjausaika), joka antaa kokonaisvaltaisen kuvan kunnossapito-resurssien tehokkuudesta.



Kuva 16. Ehdotus Westpak Oy Ab:n kunnossapidon mittaristoksi.

$$\text{Toimitusvarmuus} = \frac{\text{Ajoissa toimitetut tilaukset}}{\text{Kaikki tilaukset}} \quad (5)$$

$$\text{Kunnossapidon taloudellisuus} = \frac{\text{Kunnossapidon kustannukset}}{\text{Tuotantomäärä metreinä}} \quad (6)$$

$$\text{Kunnossapidon tehokkuus} = \frac{\text{Suunnitellut työt}}{\text{Suunnittelemattomat työt}} \quad (7)$$

LÄHTEET

Aalto, H., (1994), Kunnossapitotekniikan perusteet, Rajamäki: Kunnossapitotekniikka, Kunnossapitoyhdistys, 96 s.

Ahuja, I.P.S. & Khamba, J.S., (2008), Total productive maintenance : literature review and directions, International Journal of Quality & Reliability Management, Vol 25(7), pp.709–756.

ABB:n TTT-käsikirja (2000), Kunnonvalvonta ja huolto, Saatavissa: http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/TTT/23_Kunnonvalvonta%20ja%20huolto.pdf, Viitattu 15.02.2017

Baglee, D. & Knowles, M., (2010), Maintenance strategy development within SMEs : the development of an integrated approach, Control and Cybernetics, Vol 39(1), pp.275–303.

Barbera, L., Crespo, A., Viveros, P. & Stegmaier, R., (2012), Advanced model for maintenance management in a continuous improvement cycle : integration into the business strategy, International Journal of System Assurance Engineering and Management, Vol 3 (1), pp.47-63.

Ben-Daya, M., Duffuaa, S. O., Raouf, A., Knezefic, J. & Ait-Kadi, D., (2009), Handbook of Maintenance Management and Engineering, Springer Verlag London Limited, 741 s.

Bititci, U., Garengo, V., Dörfler, V. & Nurudupati, S., (2012), Performance Measurement: Challenges for Tomorrow, International Journal of Management Reviews, Vol 14, pp.305-327.

Burhanuddin, M., Halawani, S. & Ahmad, A., (2011), An Efficient Failure-Based Maintenance Decision Support System for Small and Medium Industries, Efficient Decision Support Systems - Practice and Challenges From Current to Future, InTech

Crespo, A., (2007), The maintenance management framework: models and methods for complex systems maintenance, Springer Verlag London Limited, 333 s.

Crespo, A. & Gupta, J., (2006), Contemporary maintenance management: process , framework and supporting pillars, The International Journal of Management Science, Vol 34, pp.313-326.

Finder, (2017), yritystiedot, Saatavissa: <https://www.finder.fi/Muovituotteita/Westpak+Oy+Ab/S%C3%A4kyl%C3%A4/yhteystiedot/1899632>, Viitattu 10.02.2017

Garq, A. & Deshmunk, S.G., (2006), Maintenance management : literature review and directions, Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol 12(3), pp.205–238.

Hagberg, L., Hautanen, S., Henriksson, T., Laine, H., Löppönen, P. & Riikonen, E., (1996), Käynnissäpidon johtaminen ja talous, Scandinavian Center for Maintenance Management Finland ry, 224 s.

Henri, J.-F., (2006), Organizational culture and performance measurement systems, Accounting, Organizations and Society, Vol 31, pp.77–103.

Heinonkoski, R., (2013), Kone- ja prosessiautomaation kunnossapito, Helsinki: Opetushallitus, 263 s.

Jain, A., Singh, H. & Bhatti, R., (2016), Implementation of Maintenance Management in a Medium Size Industry for Optimization of Maintenance Cost : A Case Study, The IUP Journal of Operations Management, Vol XV (1), pp.35-60

Järviö, J., (2012), Kunnossapito: tuotanto-omaisuuden hoitaminen, 5.painos, Helsinki: KP-Media Oy, Kunnossapitoyhdistys Promaint, 288 s.

Kananen, J., (2015), Opinnäytetyön kirjoittajan opas: näin kirjoitat opinnäytetyön tai pro gradun alusta loppuun, Jyväskylän ammattikorkeakoulu, 391 s.

Kothamasu, R., Huang, S. & Verduin, W., (2006), System health monitoring and prognostics — a review of current paradigms and practices, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol 28 (9), pp.1012-1024.

Laine, H., (2010). Tehokas kunnossapito: tuottavuutta käynnissäpidolla, 1. painos, Helsinki: KP-Media Oy, Kunnossapitoyhdistys Promaint, 275 s.

Lehtinen, L., (2013), Käyttäjä- kunnossapito kohottaa käytettävyyttä, Promaint, Saatavissa: <http://promaintlehti.fi/Tuotantotehokkuuden-kehittaminen/Kayttaja-kunnossapito-kohottaa-kaytettavyytta>, Viitattu: 08.06.2017

Lönnqvist, A. & Mettänen, P., (2003), Suorituskyvyn mittaaminen: tunnusluvut asiantuntijaorganisaation johtamisvälineenä, Helsinki: Edita Prima Oy, 147 s.

Maletic, D., Maletic, M., Al-Najjar, B. & Gomiscek, B., (2014), The role of maintenance in improving company ' s competitiveness and profitability: A case study in a textile company, Journal of Manufacturing Technology Management, Vol 25(4), pp.441–456.

Malmi, T., Peltola, J. & Toivanen, J., (2006), Balanced Scorecard: rakenna ja sovelleta tehokkaasti, 5. painos., Talentum Media Oy.

Moubray, J., (1997), Reliability-centered maintenance, 2nd ed., Oxford: Butterworth-Heinemann.

Muller, A., Crespo, A. & Iung, B., (2008), On the concept of e-maintenance : Review and current research, Reliability Engineering & System Safety, Vol 93, pp.1165-1187.

Mäki, K., (2016), Älykäs kunnossapito, Promaint, Saatavissa: <http://www.promaint-lehti.fi/Kunnonvalvonta-ja-kayttovarmuus/Alykas-kunnossapito>, Viitattu 12.01.2017.

Mäkinen, S., (2013), Ennakoiva kunnonvalvonta nyt myös PK-yritysten kannattaa panostaa, Promaint, Saatavissa: <http://www.promaintlehti.fi/Kunnonvalvonta-ja-kayttovarmuus/Ennakoiva-kunnonvalvonta-nyt-myo-PK-yritysten-kannattaa-panostaa>, Viitattu 15.02.2017.

Naughton, M. & Tiernan, M., (2012), Individualising maintenance management : a proposed framework and case study, Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol 18(3), pp.267-281.

Nourelfath, M., Nahas, N. & Ben-Daya, M., (2016), Integrated preventive maintenance and production decisions for imperfect processes, Reliability engineering & system safety, Vol 148, pp.21-31.

Nudurupati, S.S., Kumar, V. & Chan, F. T. S., (2011), State of the art literature review on performance measurement, Computers & Industrial Engineering, Vol 60(2), pp.279–290.

Olkkonen, T., 1994. Johdatus teollisuustalouden tutkimustyöhön, 2. painos, Espoo: Teknillinen korkeakoulu, 143 s.

Parida, A., Kumar, U., Galar, D., & Stenström, C., (2015), Performance measurement and management for maintenance : a literature review, Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol 21(1), pp.2–33.

Parida, A. & Kumar, U., (2006), Maintenance performance measurement (MPM): issues and challenges, Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol 12(3), pp.239–251.

Parikh, Y. & Mahamuni, P., (2015). Total Productive Maintenance : Need & Framework, International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering (IJIRAE), Vol 2(2), pp.126–130.

Paukkonen, H. & Vartiainen, T., (2015), Älykäs kunnossapito, kandidaatintyö, Lappeenrannan Teknillinen Yliopisto

Pekkola, S., Saunila, M. & Rantanen, H., (2016), Performance measurement system implementation in a turbulent operating environment, International Journal of Productivity and Performance Management, Vol 65(7), pp.947-958.

Peterson, B., (2003), The future of Asset management, Strategic Asset Management Inc.

Promaint, (2016), Kunnossapito liiketoiminnan osana, Saatavissa: <http://promaint-lehti.fi/Tuotantotehokkuuden-kehittaminen/Kunnossapito-liiketoiminnan-osana>, Viitattu: 12.01.2017

PSK 6201, (2011), Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät, PSK Standardisointiyhdistys, 30 s.

Sinha, P., (2015), Towards higher maintenance effectiveness: Integrating maintenancemanagement with reliability engineering, *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 32(7), pp.754-762.

Strategic Asset Management Inc, (2017), The Model, Saatavissa: <http://samicorp.com/the-sami-pyramid/>, Viitattu 24.03.2017

SFS-EN 13306, (2010), Kunnossapidon terminologia, SFS

Sharma, R. & Sharma, R., (2014), Integrating Six Sigma Culture and TPM Framework to Improve Manufacturing Performance in SMEs, *Quality and reliability engineering international*, Vol 30, pp.745-765.

Sherwin, D., (2009), A review of overall models for maintenance management, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol 6(3), pp.138–164.

Simons, R., (2014), *Performance Measurement and Control Systems for Implementing Strategy*, 1st ed., Pearson Education Limited.

Sinkkonen, J. (2017), tuotantopäällikkö, Westpak Oy Ab, Säkylä, keskustelut keväällä 2017

Skuthällä, J. (2017), toimitusjohtaja, Westpak Oy Ab, Säkylä, haastattelu 6.2.2017

Tonchia, S. & Quagini, L., (2010), *Performance measurement: Linking balanced scorecard to business intelligence*, Springer Verlag Berlin Heidelberg. 156 s.

Tuominen, K., (2010), *Tehoa ja laatua kunnossapidon kehittämiseen*, 1.painos, Helsinki: Readme.fi, 119 s.

Vilkka, H., (2015), *Tutki ja kehitä*, 4. uudistettu painos, ps-kustannus, 151 s.

Waeyenbergh, G. & Pintelon, L., (2002), A framework for maintenance concept development, *Internal Journal of production economics*, Vol 77, pp.299-313.

Westpak Oy Ab, (2017), yrityksen verkkosivusto, Saatavissa: <http://www.westpak.fi/>, Viitattu 10.02.2017

Ylipää, T., Skoogh, A. & Bokrantz, J., (2017). Identification of maintenance improvement potential using OEE assessment, *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol 66(1), pp.126-143.

Ryhmäteemahaastattelu 30.11.2016, Westpak Oy Ab, Säkylä, Osallistujat:

Markku Vuorenpää, Tekninen johtaja

Joonas Sinkkonen, Tuotantopäällikkö

Jarno Kaukoperko, Kunnossapito